

УДК 663.532:621.928.1

**В.Е. Зубков, проф., д-р техн. наук**

*Луганский национальный университет имени Тараса Шевченко*

## Об эффективности применения пневмомеханического сепаратора корнеклубнеплодов

В статье аналитическим и экспериментальным способом проведены исследования, подтверждающие эффективность работы пневмомеханического сепаратора корнеклубнеплодов.  
**эффективность, применение, пневмомеханический, сепаратор, корнеклубнеплоды**

**В.Є. Зубков**

*Луганський національний університет імені Тараса Шевченка*

**Про ефективність застосування пневмомеханічного сепаратора коренебульбоплодів**

У статті аналітичним і експериментальним способом проведено дослідження, що підтверджують ефективність роботи пневмомеханічного сепаратора коренебульбоплодів.  
**ефективність, застосування, пневмомеханічний, сепаратор, коренебульбоплоди**

**Постановка проблемы.** При механизированной уборке почвенные комки и камни отделяются от клубней частично на комбайне, окончательно на сортировально-очистительном пункте. В зависимости от условий уборки на каждый комбайн приходится от 4 до 6 рабочих-переборщиков.

**Анализ последних исследований и публикаций** Механические сепараторы, применяемые на зарубежных мобильных машинах (щеточные, воздушно-вакуумные и др.), недостаточно эффективны по качеству работы.

**Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы.** Нами выполнено аналитическое и экспериментальное обоснование рациональных параметров нового технологического процесса сепарации корнеклубнеплодов от примесей в заблокированном псевдооживленном слое и проведена производственная проверка опытного образца сепаратора [1].

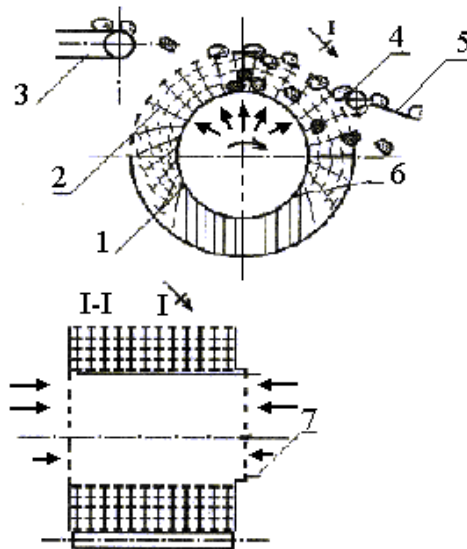
**Цель работы:** выполнить исследования по определению эффективности пневмомеханического сепаратора корнеклубнеплодов, технологическая схема работы которого приведена на схеме (рис.1).

**Изложение основного материала.** Эффективность применения для доочистки вороха сепаратора оценивали показателем эффективности разделения  $\varepsilon$ , который означает долю ручного труда, высвобождающегося в результате применения сепаратора [2]:

$$\varepsilon = 1 - \left( \delta_n + \frac{\delta_k}{f} \right), \quad (1)$$

где  $\delta_k$  – доля ошибочно отделенных клубней от их общего количества, % (шт.);

$\delta_n$  – доля ошибочно отделенных примесей от их общего количества, % (шт.);  
 $f$  – исходная засоренность вороха – отношение количества комков и камней (П) к количеству клубней (К).



1 – цилиндрическая воздухораспределительная решетка; 2 – гирлянда; 3 – подающий транспортер; 4 – снимающий ролик; 5 – скат; 6 – экран; 7 – воздушная камера

Рисунок 1 – Схема устройства для отделения клубней картофеля от примесей с заблокированным псевдооживленным слоем, размещенным на внешней поверхности барабана

Формула (1) применима для условий, когда количество примесей в ворохе меньше, чем клубней. Для условий, когда  $f > 1$  формула эффективности разделения имеет вид:

$$\varepsilon = 1 - (\delta_n + f \cdot \delta_k). \quad (2)$$

Для анализа зависимости от исходной засоренности вороха и от точности работы сепаратора, характеризующейся значениями  $\delta_k$  и  $\delta_n$  целесообразно пользоваться номограммой [3].

В представленном виде номограмма позволяет определять  $\varepsilon$  при  $f < 1$ . В случае, если  $f > 1$ , при ручной переработке из вороха целесообразно выделять не примеси, а клубни. Поэтому номограммой в этих случаях можно пользоваться, если коэффициент засоренности  $f$  определять как отношение количества клубней в ворохе к количеству комков и камней. Обозначения семей групп  $\delta_k$  и  $\delta_n$  взаимно меняются: линии в первом квадранте должны соответствовать долям ошибочно отделенных примесей, а линии во втором квадранте – долям ошибочно отделенных клубней.

Так при одинаковой производительности 15 т/час с увеличением засоренности вороха показатель эффективности разделения для обоих образцов возрастает. Во всех случаях показатель эффективности разделения во втором варианте сепаратора на 8 – 10% выше, чем в первом, несмотря на худший для усовершенствованного сепаратора состав вороха (рис. 2).

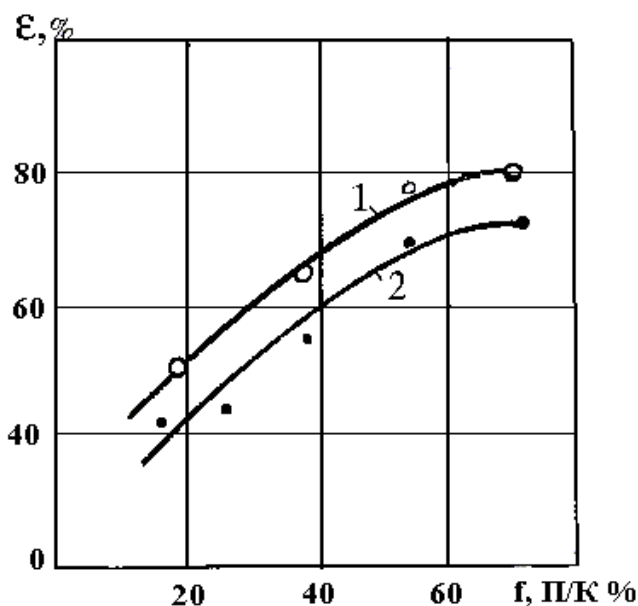
Показатель эффективности разделения является величиной относительной и не характеризует величины экономии трудозатрат в результате применения сепаратора в

конкретных условиях уборки. Такой характеристикой является количество высвобождающихся рабочих-переборщиков – В. Оно может быть определено следующим образом [3]:

Количество примесей в штуках, подлежащих ручному отбору в течение часа, равно:

$$N_n = f \cdot N_k, \tag{3}$$

где  $N_k$  – часовое поступление клубней в штуках.



П – примеси; К – клубни; 1 – состав вороха: клубни и примеси (комки почвы);  
2 – состав вороха: клубни и примеси (комки 50 % + камни 50 %)

Рисунок 2 – Показатель эффективности разделения клубней и примесей в зависимости от засоренности вороха

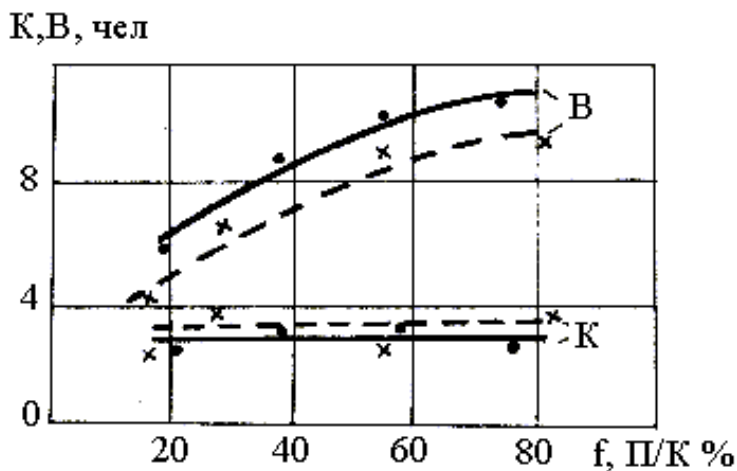


Рисунок 3 – Затраты труда на ручное разделение и на корректировку работы в зависимости от засоренности вороха: × - клубни + (комки 50 % + камни 50 %); • - клубни + комки; В – количество рабочих для разделения вороха вручную; К – потребность в рабочих-корректировщиках

Если  $A = 5700 - 7200$  – количество клубней или комков, которые может отобрать один рабочий в течение часа, то для отбора  $N_n$  комков требуется рабочих:

$$B_0 = \frac{f \cdot N_{k(n)}}{A} . \quad (4)$$

Количество высвобожденных рабочих составит:

$$B = B_0 \cdot \varepsilon \quad (5)$$

или

$$B = \frac{f \cdot N_k}{A} \left[ 1 - \left( \delta_{II} + \frac{\delta_k}{f} \right) \right] . \quad (6)$$

Соотношение между подачей в штуках и в кг/с ( $N_{km}$ ) можно представить в виде выражения:

$$N_k = \frac{N_{km}}{m_k} , \quad (7)$$

где  $m_k$  – средняя масса клубня, кг.

Засоренность вороха  $f_m$  выраженную через соотношение количеств тел, определим по формуле:

$$f = f_m \cdot \frac{m_k}{m_n} , \quad (8)$$

где  $m_n$  – средняя масса комка или камня, кг.

Количество рабочих-корректировщиков для обслуживания работающего с погрешностями сепаратора в зависимости от точности его работы ( $\delta_k$  и  $\delta_n$ ), подачи и засоренности вороха определяются по номограмме [3].

Расчет количества рабочих, разделяющих ворох вручную, без применения сепаратора, а также расчет количества рабочих-корректировщиков, устраняющих ошибки в его работе, позволили определить количество высвобождаемых (при работе сепаратора) рабочих. Как следует из графика (рис. 3), количество высвобождаемых рабочих с увеличением засоренности вороха увеличивается.

При использовании усовершенствованного образца высвобождается примерно на 20% больше рабочих, чем при использовании первого варианта сепаратора. С увеличением засоренности поступающего на разделение вороха с 20 до 80% с помощью сепаратора можно высвободить примерно от 3 до 6 рабочих-переборщиков, что соответственно снижает в 2 – 3 раза затраты тяжелого, непривлекательного ручного труда на операции отделения клубней картофеля от почвенных комков и камней.

Экономическая эффективность сепаратора оценивалась по методике, а также на основе сведений, изложенных в работах [4, 5, 6].

Для ручного отделения примесей требуется в среднем  $L = 6$  рабочих-переборщиков в расчете на каждый двухрядный картофелеуборочный комбайн

(включая рабочих на пункте доочистки). Производительность комбайна  $W_{см} = 0,25$  га/ч или  $W_{см} = 3,75$  т/ч. Затраты труда на ручной отбор примесей:

$$Z_m = \frac{L}{W_{см}} = \frac{6}{1,07} = 24 \text{ чел.ч/га} \text{ или } Z_m = 1,6 \text{ чел.ч/т} \quad (9)$$

Производительность сепаратора за час эксплуатационного времени  $W_{эк}$  при коэффициенте использования рабочего времени смены 0,8 составляет  $20 \cdot 0,8 = 16$  т/ч. При урожае 15 т/га это соответствует 1,07 га/ч (или 16 т/ч).

Затраты труда при наличии сепаратора и трех рабочих, занятых корректировкой его работы:

$$Z_{ми} = \frac{L}{W_{эк}} = \frac{3}{1,07} = 3 \text{ чел.ч/га} \text{ или } Z_{ми} = 0,2 \text{ чел.ч/т} \quad (10)$$

Таким образом, в принятых условиях затраты ручного труда снижаются в 8 раз. Годовая экономия прямых эксплуатационных затрат определяется как

$$\mathcal{E}_z = (U_z - \Gamma_n), \quad (11)$$

где  $U_z$  – общие прямые затраты средств при ручной отборке примесей, грн./га; в рассматриваемом случае они равны заработной плате рабочих-переборщиков, т.е.  $U_z = 3$ ,

$\Gamma_n$  – общие прямые эксплуатационные затраты средств при наличии сепаратора, у.е./га.

$$\Gamma_n = Z_{ми} + A + P, \quad (12)$$

где  $A$  – затраты на реновацию;

$P$  – затраты на капитальный и текущий ремонт.

$$A = \frac{B \cdot a}{100 W_{эк} \cdot T_{зон}}, \quad (13)$$

где  $B$  – балансовая стоимость сепаратора, которая определена исходя из стоимости 1 кг массы машины, равной 1 у.е. Масса машины ориентировочно равна 500 кг. Балансовая цена машины – 500 у.е.;

$a$  – процент отчислений на реновацию сепаратора,  $a = 14,2\%$ ;

$W_{эк}$  – производительность за час эксплуатационного времени, га/ч;

$T_{зон}$  – зональная годовая загрузка сепаратора. Принято  $T_{зон} = 400$  ч.

Таким образом,  $A = \frac{500 \cdot 14,2}{100 \cdot 1,07 \cdot 400} = 0,166 \text{ у.е./га}$  или  $A \approx 0,012 \text{ у.е./т}$ .

Затраты на ремонт определяются по формуле

$$P = \frac{BR}{100 \cdot W_{\text{эк}} \cdot T_{\text{зон}}}, \quad (14)$$

где  $R$  – процент ежегодных отчислений на ремонт и техническое обслуживание – 30%.

$$P = \frac{500 \cdot 30}{100 \cdot 1,07 \cdot 400} = 0,35 \text{ у.е./га}$$

или  $P = 0,024$  у.е./т.

Тарифная ставка рабочего – 0,494 у.е./га или 0,034 у.е./т.

Заработная плата рабочих без сепаратора:  $Z_{II} = \frac{6 \cdot 0,494}{0,25} = 11,856 \text{ у.е./га}$  или

$Z_{II} = 0,79$  у.е./т.

Заработная плата рабочих при наличии сепаратора:  $Z_{III} = \frac{3 \cdot 0,494}{1,07} = 1,386 \text{ у.е./га}$

или  $Z_{III} = 0,092$  у.е./т.

Общие прямые издержки при наличии сепаратора:  $\Gamma_{II} = 1,386 + 0,166 + 0,35 = 1,902$  у.е./га или  $\Gamma_{III} = 0,092 + 0,012 + 0,024 = 0,128$  у.е./т.

Годовая экономия прямых эксплуатационных затрат:  $\mathcal{E}_r = 11,856 - 1,902 = 9,954$  у.е./га или  $\mathcal{E}_r = 0,79 - 0,128 = 0,662$  у.е./т.

При существующем уровне механизации уборки картофеля в Украине, механизированным способом может убираться около 200 тыс. га (или 3 млн. тонн клубней). Годовая экономия прямых издержек, благодаря применению предлагаемого сепаратора составит:  $\mathcal{E}_r = 3 \cdot 10^6 \cdot 0,662 = 1,986$  млн.у.е.

По мере дальнейшего расширения площадей, на которых картофель будет убираться комбайнами, размер годовой экономии будет соответственно возрастать.

В связи с универсальностью сепаратора по корнеклубнеплодам, существует возможность расширения зоны его применения, что может также дать дополнительный экономический эффект, значительно превышающий расчетный.

**Выводы и предложения.** На основе производственной проверки выполнено исследование эффективности работы пневмомеханического сепаратора корнеклубнеплодов нового типа. Установлено, что применение сепаратора дает возможность снизить в 2-3 раза затраты ручного труда на операции отделения корнеклубнеплодов от примесей.

Перспективой дальнейших исследований является усовершенствование пневмомеханического сепаратора корнеклубнеплодов с целью повышения эффективности и снижения энергоемкости его технологического процесса.

## Список литературы

1. Зубков В.Е. Технологические аспекты сепарации корнеклубнеплодов и примесей в блокированном псевдооживленном слое / В.Е. Зубков // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2009. – № 12. – С. 137 – 141.
2. Петров Г. Д. Картофелеуборочные машины / Г. Д. Петров. – М. : Машиностроение, 1984. – 320 с.
3. Зиновьев Ю.И. К определению эффективности применения сепараторов при отделении клубней картофеля от комков и камней / Ю.И. Зиновьев // Труды ВИМ. – Т. 72. – М., 1975. – С.123 – 130.
4. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рациональных предложений. – М. : ВНИИПИ, 1982. – 41 с.
5. Методы экономической оценки сельскохозяйственной техники ОСТ объединения. – М. : Союзсельхозтехника, 1974. – 62 с.
6. Справочник по тарификации механизированных и ручных работ в сельском хозяйстве. – М., 1988. – 385 с.

**V.Zubkov**

*Luhansk Taras Shevchenko National University*

**About the efficiency application of the mechanical-air tuberous roots separator**

The aim of this study was to conduct studies to determine the efficiency of the mechanical-air tuberous roots separator. The efficiency application of the separator was evaluated measure of separation effectiveness, which means the share of manual labor, released as a result of the application of the separator.

The studies found that the application of the separator enables to reduce 2-3 times the cost of manual labor in the process for separating tuberous roots from impurities.

**efficiency, application, mechanical-air separator, tuberous roots.**

Получена 18.04.13

**УДК 631.172:633.521**

**А.С. Лимонт, доц., канд. техн. наук**

*Житомирський національний агроекологічний університет*

## **Тривалість збирання льонотрести та її агротехнологічне прогнозування**

В реальних умовах виробництва льону-довгунця вивчено статистичний розподіл тривалості збирання рошенцевої трести з визначенням основних його характеристик. З урахуванням нормативних тривалостей сівби, брання і розстилення льону-довгунця, а також проектованої тривалості вилежування льонотрести спрогнозована агротехнологічна тривалість її збирання.

**льон-довгунець, треста, вилежування, збирання, тривалість, дні, число**

**А.С. Лимонт**

*Житомирский национальный агроэкологический университет*

**Продолжительность уборки льнотресты и ее агротехнологическое прогнозирование**

В реальных условиях производства льна-долгунца изучено статистическое распределение продолжительности уборки стланцевой тресты с определением основных его характеристик. С учетом нормируемых продолжительностей сева, теребления и расстила льна-долгунца, а также проектируемой продолжительности вилежки льнотресты спрогнозирована агротехнологическая продолжительность ее уборки.

**лен-долгунец, треста, вилежка, уборка, продолжительность, дни, число**

**Постановка проблеми.** Серед способів обробляння льоносоломи в сучасних умовах екологічно безпечнішим і найменш енергозатратним є виготовлення трести росяним мочінням соломи, яке відбувається в розстелених в стрічку на полі відповідними засобами механізації стеблах льону-довгунця. Після вилежування готову тресту піднімають з поля, формуючи відповідні її паковки, які вантажать в транспортні засоби і транспортують до пунктів первинної переробки для одержання волокна. Потребу у вантажно-транспортних засобах і трудових ресурсах при цьому визначають з урахуванням тривалості піднімання трести. У цьому повідомленні і йтиметься про з'ясування окремих питань в проблемі механізованого виробництва льонотрести.

**Аналіз останніх досліджень і повідомлень.** Використання машин в рослинництві регламентоване, крім іншого, почасовими параметрами, що визначають агротехнічні вимоги до виконання технологічних процесів [1]. До почасових