



УДК 631.354.2

## АНАЛІЗ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ СЕПАРАЦІЇ ОБЧІСАНОГО ВОРОХУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Шокарев О.М., к.т.н.,

Шокарев О.О., асп.<sup>1</sup>Шегеда К.О., асп.<sup>2</sup>*Тайврійський Державний агротехнологічний університет*

Тел. (0619) 42-20-74

**Анотація** – для вибору типу сепаратора обчесаного вороху представлені результати аналізу сепаруючих пристроїв комбайнів обчисувального типу. Представлені сепаратори з використанням повітряного потоку та електростатичний сепаратор. В статті встановлено подальший напрямок досліджень.

**Ключові слова** – обчисування рослин на корені, сепарування, обчесаний ворох, насіння, електростатичний сепаратор.

*Постановка проблеми.* В усіх галузях сільськогосподарської та харчової промисловості необхідне очищення насіння і зерна, які були отримані з поля, щоб привести їх якість у відповідність до споживчих стандартів, визначених державою. Одним з перспективних напрямів отримання насіння і зерна є збирання зернових культур методом обчисування рослин на кореню (рис. 1), який дозволяє в декілька раз підвищити продуктивність комбайнів при істотному зниженні їх енергоємності і металоємності [1].

Відмінність даного способу полягає в тому, що пристрій, який обчисує, навішений на комбайн замість жатки, виконує обмолот сільськогосподарських культур на корені з наступним збиранням і доопрацюванням обчесаного вороху в комбайні.

Незернова частина врожаю (обчисані стеблини) до молотильно-сепарувального обладнання комбайну не надходить, в результаті чого досягається істотне підвищення пропускнуєї спроможності комбайну.

Переваги даного способу перед традиційним прямим комбайнуванням полягають у наступному: підвищення продуктивності збирання культур; зменшення втрат зерна; зменшення енергоємності ком-

---

© Шокарев О.М., Шокарев О.О., Шегеда К.О.

<sup>1</sup>Науковий керівник – к.т.н., доц. Кюрчев С. В.

<sup>2</sup>Науковий керівник – к.т.н., проф. Рогач Ю. П.

байна; скорочення строків збирання та звільнення поля під врожай майбутнього року.

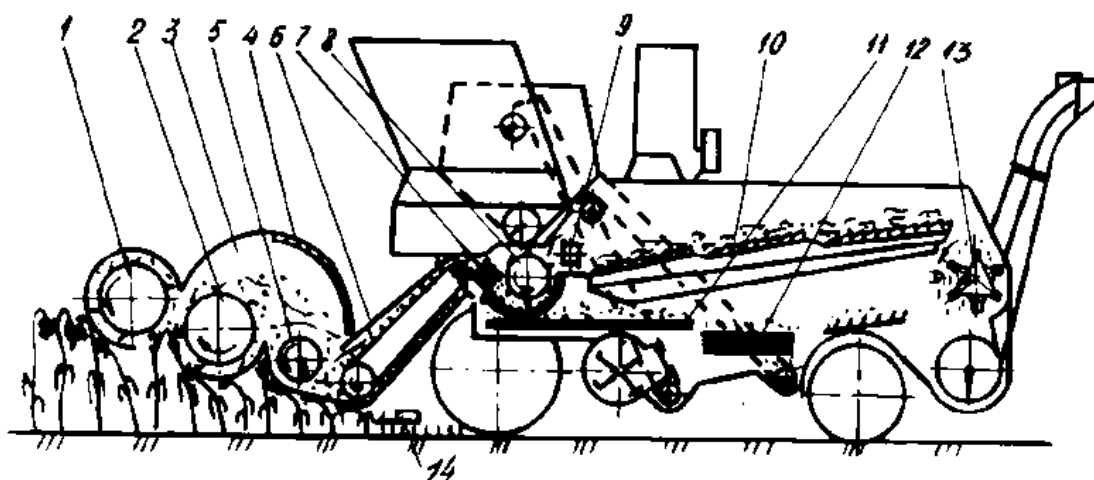


Рис. 1. Схема експериментального комбайну обчисувального типу: 1, 2 – барабани; 3 – обчисувальна камера; 4 – сітка; 5 – шнек; 6 – похила камера; 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 – елементи молотильно-сепаруючого пристрою, 14 – різальний пристрій.

Але для підвищення надійності технологічного процесу отримання насіння і зерна треба підвищити, в першу чергу, надійність процесу сепарування обчисаного вороху.

*Формулювання цілей статті.* Дана стаття присвячена обґрунтуванню подальшого напрямку досліджень сепарації насіння сільськогосподарських культур, яке отримане методом обчисування рослин на корені. Отримання насіння та зерна розглядається як система, яка включає збирання врожаю та його сепарацію різними методами та типами сепараторів, а також їх взаємозв'язок.

*Аналіз останніх досліджень.* Проведені в лабораторії ТДАТУ польові дослідження довели, що обчисаний ворох рису, який потрібно сепарувати, складається на 80...90% з вільного зерна, 5...15% зерна в колоссях (мітелках) і до 10% полови [2, 3, 4].

Однією з істотних переваг методу обмолоту зернових культур на корені, як показали лабораторно-польові дослідження обчисувальних пристроїв, являється значне зниження травмування зерна у порівнянні з існуючими способами збирання [2, 3].

Ця перевага обмолоту на корені важлива при збиранні насінних і селекційних посівів, так як підвищене травмування зерна при обмолоті зернових культур дуже впливає на їх лабораторну і польову схожість. Низька схожість насіння приводить до збільшення норм висіву і, відповідно, до неповоротних втрат зерна.

Таким чином, обчисування зернових культур та рису на корені експериментальною установкою дозволяє майже в два рази збільшити польову схожість насіння. Аналогічні результати отримані і при визначенні польової схожості зернового сорго. Це свідчить про те, що при збиранні насінних і селекційних посівів зернових культур доцільно використовувати метод обмолоту їх на корені [1,2,3,4].

*Основна частина.* В лабораторії ТДАТУ при дослідженні методу обмолоту рослин на корені багато уваги приділялося сепарації обчисаного вороху в повітряному потоці. Розглянемо декілька польових експериментальних установок.

Результати проведених досліджень установки «Ураган-1» (рис. 2) показали, що навіть при оптимальних параметрах і режимах роботи обчисувального пристрою загальні втрати зерна були в межах 2,0...3,0%, що недостатньо відповідає агротехнічним вимогам.

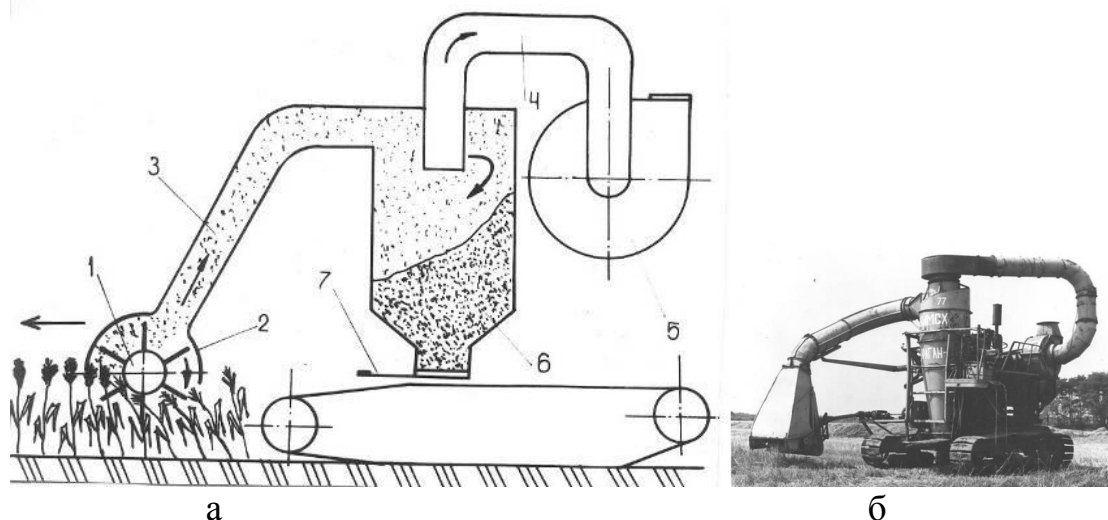


Рис. 2. Польова експериментальна установка «Ураган-1»: а – технологічна схема; б – загальний вид; 1 – обчисувальний барабан; 2 – приймальна камера; 3 – матеріалопровід; 4 – повітряпровід; 5 – вентилятор; 6 – віддільник; 7 – заслінка

Основною причиною підвищених втрат даною установкою була мала швидкість ( $V_n = 8,2$  м/с) всмоктувального повітряного потоку в зоні очосу, що не відповідало кращому режиму роботи ( $V_n=10...11$  м/с) пневмотранспортної системи, отриманої в лабораторних умовах. Тому з урахуванням отриманих позитивних результатів досліджень була розроблена польова установка «Ураган-4» (рис. 3).

Конструктивною відмінністю установки «Ураган-4» від «Ураган-1» являлось: збільшення ширини захвату до 2,2 м, заміна віддільника циклонного типу на інерційний і наявність різального апарату для зрізання обчисаних стеблин.

Ціллю даних досліджень являлось подальше зниження втрат зерна при обчисуванні рослин на корені і підвищенню змісту вільного зерна в обчисаному вороху за рахунок збільшення швидкості всмоктувального повітряного потоку зерна в зоні очосу до 10...11 м/с.

Дослідження показали, що збільшення швидкості всмоктувального повітряного потоку до 10...11 м/с знижає втрати зерна до 1,0%.

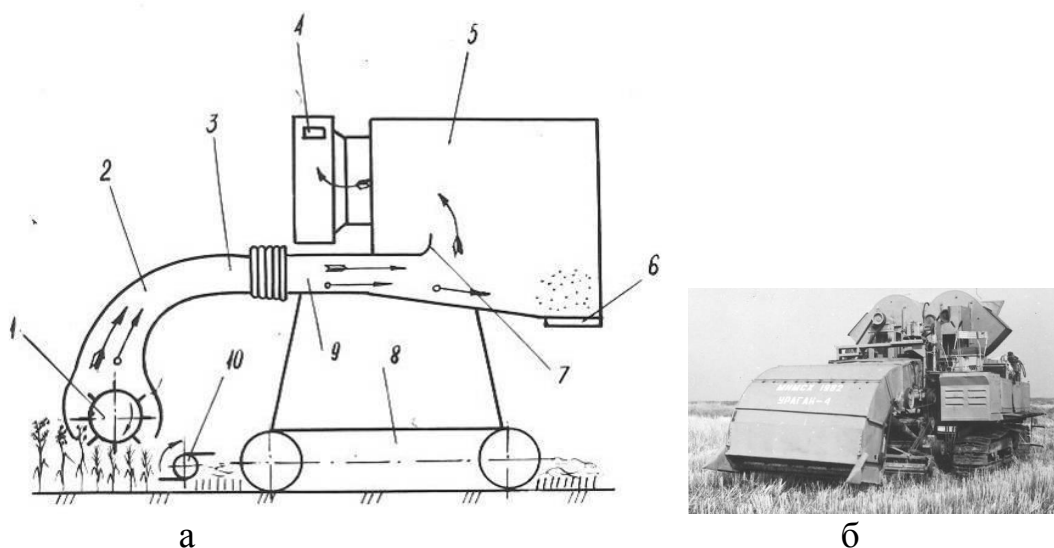


Рис. 3. Польова експериментальна установка «Ураган-4»: а – технологічна схема; б – загальний вид; 1 – обчисувальний барабан; 2 – приймальна камера; 3 – матеріалопровід; 4 – вентилятор повітряпровод; 5 – віддільник; 6 – клапан; 7 – відсікач; 8 – шасі; 9 – матеріалопровід; 10 – різальний апарат.

Польова експериментальна установка з двокамерним обчисувальним пристроєм на базі комбайну СКД-5Р «Сибиряк» (рис. 4) шириною захвату 2 м складається з обчисувального барабану 1, приймальної камери 2, камери для підйому полеглих стеблин 3 з щітками, що регулюються 4 і 5, заслінки 6 для змінення співвідношення швидкостей повітряних потоків в камерах, інерційного віддільника 7 зі шлюзовим затвором 8, збірника для продуктів обмолоту 9, вентилятора 11, уловлювача мілких домішок 12 і різального апарату 10 для зрізання і укладки соломи у валок.

Технологічний процес установки відбувався наступним чином. При русі установки всмоктуючий повітряний потік в підіймальній камері 3 підіймає полегли стеблини і приводе їх в приймальну камеру 2, де вони обмолочуються обчисувальним барабаном 1. Продукти обмолоту, відбиваючись від передньої стінки, транспортуються повітряним потоком з приймальної камери 2 у віддільник 7. Швидкість повітряного потоку у віддільнику значно менша, чим швидкість витання продуктів обмолоту, і тому вони осаджуються у шлюзовий затвор 8, який

подає їх у збірник 9. Легкі соломисті домішки викидаються вентилятором 11 і збираються в уловлювачі 12. Стеблини після очісувального пристрою зрізуються різальним апаратом 10 і укладаються у валок.

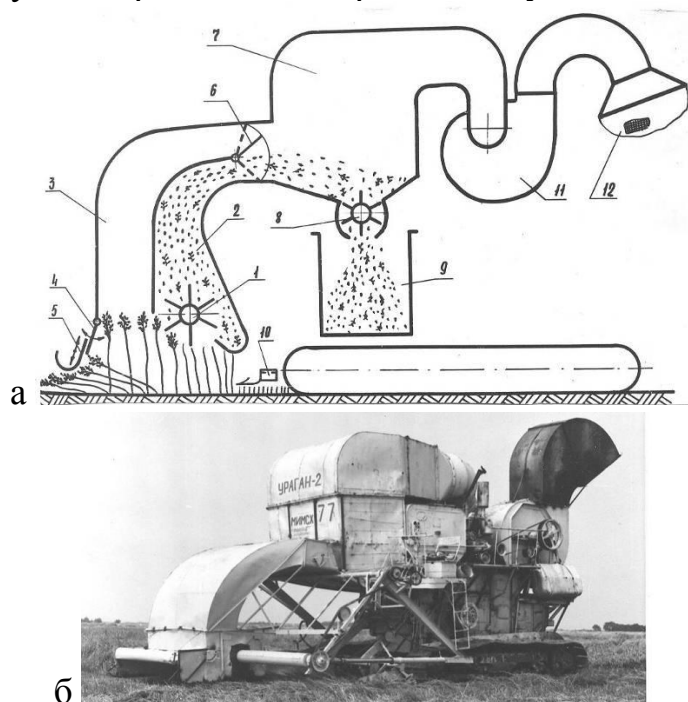


Рис. 4. Польова експериментальна установка з двокамерним обчісувальним пристроєм: а – технологічна схема; б – загальний вид; 1 – обчісувальний барабан; 2 – приймальна камера; 3 – підймальна камера; 4,5 – регулювальні щітки; 6 – заслінка; 7 – віддільник; 8 – шлюзовий затвор; 9 – збірник зерна; 10 – різальний апарат; 11 – вентилятор; 12 – уловлювач мілких соломистих домішок.

Швидкість повітряного потоку в підймальній камері встановлювалась 20 м/с, а в очісувальній (приймальній) – 10 м/с.

На установці (рис. 4) шляхом заміни всмоктувального патрубку була перевірена і роботоспроможність однокамерного обчісувального пристрою.

Швидкість повітряного потоку в зоні очосу встановлювалась 15...20 м/с, а інші параметри залишалися без змін. Дослідження показали, що даний пристрій також успішно підіймає полегли стеблини та обчісує їх.

Але, так як продукти обмолоту з більшою швидкістю (більш 20 м/с) надходять у віддільник, частина зерна, яка не відокремилась в ньому, викидається вентилятором разом з повітряним потоком і збільшує тим самим втрати.

Дослідження довели, що швидкість витання окремих частинок обчісаного вороху знаходиться у межах 2,0...8,0 м/с. При розрахунку

пневматичного транспортування вороху слід швидкість повітряного потоку, що підводиться в зону очосу, приймати рівною 1,2...1,3 від швидкості витання зерен.

Обчісувальні пристрої, які працюють як з всмоктувальним повітряним потоком при збиранні і транспортуванні продуктів обмолоту, так і без нього, показали задовільну технологічну надійність. Обмолот рослин проходив якісно, без забивання робочих органів та істотно не залежав від їх вологості.

Загальні втрати зерна при оптимальному режимі роботи склали 1,2...2,0%, в тому числі необчісаним колоссям – 0,3...0,6% і осипом – 0,9...1,6%.

Використання всмоктувального повітряного потоку було враховано і під час розробки соргозбиральної установки з вальцьовим обчісувальним пристроєм вальцевого типу (рис. 5).

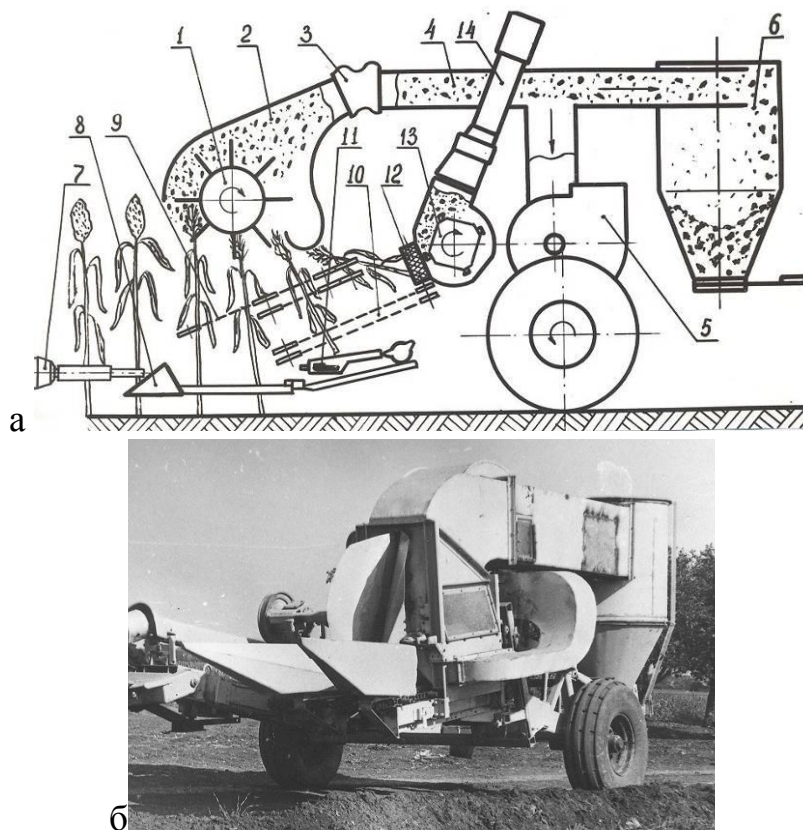


Рис. 5. Соргозбиральна установка з вальцьовим обчісувальним пристроєм, який використовує всмоктувальний повітряний потік: а – технологічна схема; б – загальний вид; 1 – обчісувальний барабан; 2 – приймальна камера; 3 – гнучке кільце; 4 – матеріалопровід; 5 – вентилятор; 6 – віддільник; 7 – вал відбору потужності; 9 – направляючі ланцюги; 10 – подавальний транспортер; 11 – різальний апарат; 12 – затискні пальці; 13 – подрібнювач стеблин; 14 – матеріалопровід для подачі подрібненої маси.

В лабораторії ТДАТУ, при дослідженні методу обмолоту рослин на корені розглядалася не тільки комбайнова технологія, а і технологія зі збиранням обчісаного вороху («невійки») та доопрацюванням його на стаціонарі.

Основною збиральною машиною в цій технології являється польова машина, яка обмолочує зернові культури і збирає обчісаний ворох в причіпний візок.

Така збиральна машина МПУ-5 була розроблена у лабораторії збиральних машин ТДАТУ (рис. 6). Вона складається з енергозасобу КПС-5Г, обчісувального пристрою з бітером-відбивачем шириною 5 метрів і пневмотранспортної системи.

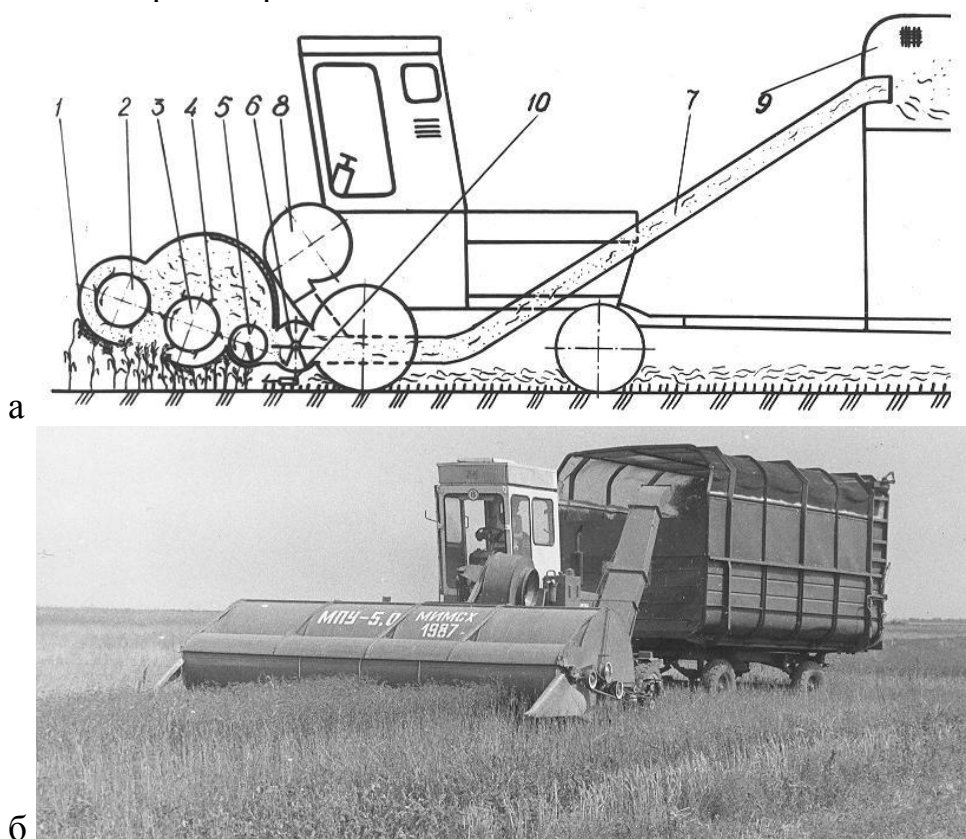


Рис. 6. Польова збиральна машина МПУ-5: а – технологічна схема; б – загальний вид; 1 – корпус; 2 – обчісувальний барабан; 3 – обчісувальний барабан; 4 – гребінка; 5 – шнек; 6 – приймальна камера; 7 – матеріалопровід; 8- вентилятор; 9 – причіп; 10 – різальний апарат.

Технологічний процес роботи МПУ-5 відбувається наступним чином. При поступальному русі машини обчісуючий пристрій обмолочує рослини і подає обчесаний ворох в зону роботи безпальцевого шнека, який звужує цей потік і направляє його до бітера, який обертається. Від бітера обчесаний ворох надходить до пневмосистеми і транспортується повітрям у причіпний візок, який за мірою заповнення

вивозять на стаціонарний пункт, де обчесаний ворох доопрацьовується. Обмолочені стеблини необхідно зрізати після обчисувального пристрою і укласти їх у валок.

Дослідження МПУ-5, які були проведені на збиранні пшениці та рису, довели, що технологічний процес протікає стійко, підвищується продуктивність збирання і знижуються втрати зерна. Питома щільність обчесаного вороху, що надходить до візка, складає 90...200 кг/м<sup>3</sup>, це значно підвищує ефективність транспортних перевезень при індустріальній технології.

Розроблені обчисувальні пристрої можуть використовуватись при збиранні інших культур, якщо їх фізико-механічні якості близькі до фізико-механічних якостей зернових культур.

Були проведені пошукові дослідження збирання коріандру обчисувальним пристроєм МПУ-5 (рис. 6), які довели перспективність застосування даного методу. Дрібнення плодів коріандру знизилось в 5-6 разів у зрівнянні з серійними комбайнами, що має велике значення для даної технічної культури.

Обмолот на корені може бути використаний для деяких зерно-бобових культур, насінників трав.

При технології зі збиранням обчесаного вороху («невійки») з доопрацюванням його на стаціонарі виникає можливість використання електростатичного сепаратору.

Електростатичні очисники насіння використовують відмінності в електричних характеристиках насіння і виконують багатоцільову сепарацію, яку не виконує звичайне обладнання для очищення насіння.

Ступінь сепарації залежить від відносної здібності насіння проводити електрику або тримати поверхневий заряд суміші.

Звичайний електростатичний сепаратор насіння складається із завантажувального бункера, конвеєра або циліндра, блок живлення високої напруги, електрода з регулятором і контейнерів. У процесі роботи насіння дозовано потрапляє з бункера до циліндра і транспортується в електричному полі, що оточує електрод, де воно стає зарядженим (рис. 7).

Дане насіння буде, як правило, прагнути тримати або втрачати заряд відповідно до його електропровідності. Залежно від характеристик поля деяке насіння відштовхуються електродом і захоплюється рухомою стрічкою.

Насіння з іншими електричними характеристиками, навпаки, притягується до електрода. Притягування або відштовхування від електрода примушує суміш розділятися на фракції. Розділювачі, що розташовані на шляху падіння часток дають змогу збирати різні фракції.



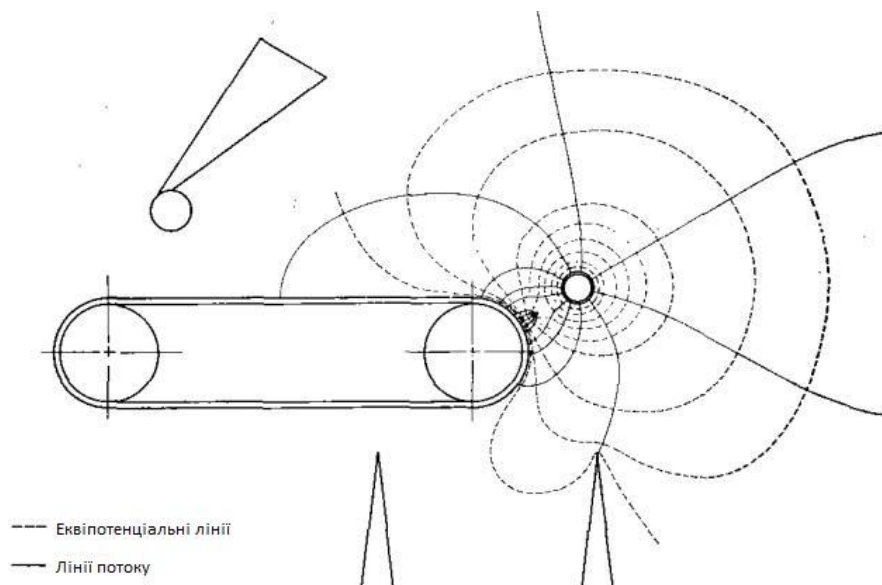


Рис. 7. Траєкторії руху насіння під дією електричного поля електроду.

Експериментальні дослідження доводять, що ефективність електростатичної сепарації може бути покращена за рахунок регулювання вологості насіння та напруги живлення. Це означає, що найкращі результати будуть отримані, коли електростатичний сепаратор використовується в контрольованих атмосферних умовах і з постійною напругою живлення.

*Висновки.* Проведений аналіз сепаруючих пристроїв з використанням повітряного потоку комбайнів обчисувального типу та методу електростатичної сепарації зерна, виявив позитивні та негативні сторони різних методів. На підставі проведених досліджень необхідно в подальшому напрямку досліджень сепарації насіння сільськогосподарських культур, яке отримане методом обчисування рослин на корені, обґрунтувати сепарацію насіння сільськогосподарських культур у повітряному потоці із електростатичним аспіраційним каналом. Отримання насіння та зерна розглядати як систему, яка включає збирання врожаю та його сепарацію, а також їх взаємозв'язок.

### *Література*

1. *Голубев И.К.* Обоснование основных параметров и режимов работы двухбарабанного устройства для очесывания риса на корню.: дис. ... канд. техн. наук. / *И.К.Голубев*, ВСХИЗО.– М., 1989. – 201 с.
2. *Шабанов П. А.* Механико-технологические основы обмола зерновых культур на корню: дис... д-ра техн. наук / *П. А. Шабанов*, МИМСХ. - Мелитополь, 1988.-336 с.
3. *Повиляй В. М.* Исследование процесса уборки селекционных посевов риса методом очесывания метёлок на корню и обоснование

параметров очёсывающего устройства: дис... канд. техн. наук/ В. М. Повиляй.- Краснодар, 1980-165 с.

4. Гончаров Б. И. Исследование рабочего процесса очёсывающего устройства для обмолота риса на корню с целью уменьшения потер зерна: дис.... канд. техн.. наук/ Б. И. Гончаров. - М., 1982.-217 с.

5. Разработать технологические процессы и основные рабочие органы рисоуборочного комбайна и полевой уборочной машины, основанных на принципе обмолота растений на корню. // Заключительный отчет по НИР / Мелитоп. Институт мех. сел. хоз; № ГР02910041798. – Мелитополь, 1990. – 60 с.

## **АНАЛИЗ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СЕПАРАЦИИ ОЧЕСАННОГО ВОРОХА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

А. Н.Шокарев, А. А. Шокарев, Е. А.Шегеда

**Аннотация** - для выбора типа сепаратора очесанного вороха представлены результаты анализа сепарирующих устройств комбайнов очесывающего типа. Представлены сепараторы с использованием воздушного потока и электростатический сепаратор. Было выбрано дальнейшее направление исследований.

## **ANALYSIS DEVICES FOR SEPARATION HEAP OF AGRICULTURAL CROPS**

A. Shokarev, A. Shokarev, E. Segeda

### **Summary**

**To select the type of the separator heap presents the results of the analysis. Presents separator susing air flow and electrostatic separator. The article set the future direction of research.**