

УДК 631.37:621.3

## **ВИЗНАЧЕННЯ СИЛОВОЇ ДІЇ ПОЛЯ КОРОННОГО РОЗРЯДУ НА НАСІНИНУ В РОБОЧІЙ ЗОНІ ЕЛЕКТРОДНОЇ СИСТЕМИ НА РУХОМІЙ ТРАНСПОРТЕРНІЙ СТРІЧЦІ**

**Ю. В. Герасимчук**, канд. техн. наук,

**В. Г. Сахневич**, ст. наук. співр.,

**Ю.М. Берлінець**, асп.

*ННЦ «ІМЕСГ»*

*Наведені результати досліджень по визначенню аналітичних залежностей сили електричного поля, яка необхідна для утримання насінини на транспортері від кута його нахилу та матеріалу стрічки.*

**Ключові слова:** насінини, транспортерна стрічка, силова дія поля коронного розряду.

**Проблема.** Транспортування зернових та насінневих матеріалів засобами післязбиральної та передпосівної підготовки знижує посівні якості і врожайні властивості насіння сільськогосподарських культур. Врожайність зернових культур при висіванні травмованого насіння знижується від 1,9 до 6,8 ц/га [1]. В процесах передпосівної підготовки основна частка нашкодження насіння робочими органами припадає на скребкові транспортери і норії, що складає 21-63% [2]. Перспективним напрямом зменшення його травмування є використання електричного поля при транспортуванні. При цьому буде відсутня взаємодія насінин з кромками робочих органів машин, які спричиняють їх травмування. Для обґрунтування параметрів електродної системи і режимів роботи транспортного засобу необхідно визначити силу дію електричного поля на насінини яка необхідна для утримання її на рухомому транспортері від кута його нахилу та матеріалу стрічки.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Відомий метод визначення величини електричної сили з використанням торсійної ваги, яким знаходять різницю між силами, що діють на підвішену на нитці зернівку в електричному полі і поза

ним. Недоліком є те, що на результати вимірювання впливають похибки, зумовлені масою нитки, деформацією пружної та початкової прикріпленої до зернівки нитки її діелектричною проникністю, що спотворює конфігурацію електричного поля і вносить свої корективи у результат. [ 3 ]. Визначають електричну силу з використанням похилої площини шляхом вимірювання маси насінини та кутів її тертя в електричному полі і поза ним та з подальшим визначенням силової дії за аналітичним виразом [ 4 ]. В роботі [ 5 ] отриманий аналітичний вираз для визначення електричної сили, яка діє на насінину в полі коронного розряду при русі транспортера під кутом до горизонту. В цих способах приймають, що коефіцієнт тертя є постійною величиною, що не залежить від сил нормального тиску. Визначення електричної сили базується на принципах взаємодії зарядженої зернівки з електричним полем і не враховує динаміки руху зернівки в робочій зоні електродної системи. Як показують результати досліджень [ 2 ], що значення статичних та динамічних коефіцієнтів тертя насінин залежать не тільки від виду і шорсткості опорної поверхні, але і від сил нормального тиску на насінину. Розрахункові методи визначення сил, що діють на зернівку не враховують електричні характеристики матеріалу опорної поверхні і зернівки, контактного опору зернівки і опорної поверхні. Тому отримані таким чином сили не завжди можна з достовірною точністю визначити. При транспортуванні насіння в електричному полі під кутом до горизонту необхідно визначити електричну силу, яка необхідна для утримання насінин від кута нахилу і матеріалу опорної поверхні, що дасть можливість у подальшому визначити раціональні параметри електродної системи і режими роботи транспортного засобу.

**Мета досліджень.** Визначити аналітичну залежність сили електричного поля, яка необхідна для утримання насінини транспортері від кута його нахилу та матеріалу стрічки.

**Результати досліджень.** При русі транспортерної стрічки під кутом до горизонту на насінину в електричному полі діють сили, Н: тертя —  $F_T$ , рушійна —  $F_C$ , електричного поля —  $F_E$ , нормального тиску —  $F_N$ , опору середовища —  $F_{OC}$ , сила тяжіння —  $P$  (рис. 1).

Диференційне рівняння руху насінини по стрічці транспортера в електричному полі має вид:

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = F_C - F_T - F_{OC} \quad (1)$$

Сила тертя насінини для гладкої поверхні транспортерної стрічки:

$$F_T = f \cdot (F_E + P \cdot \cos \alpha) \quad (2)$$

де  $f$  — динамічний коефіцієнт тертя.

Рушійна сила, що діє на насінину при русі транспортерної стрічки визначається за виразом:

$$F_C = P \cdot \sin \alpha. \quad (3)$$

Оскільки швидкість транспортерної стрічки невелика, то силою опору середовища при русі насінини можна знехтувати.

Підставивши вирази (2) і (3) у рівність (1), отримаємо диференціальне рівняння:

$$m \cdot \frac{dv}{dt} = m \cdot g \cdot \sin \alpha - f \cdot (m \cdot g \cdot \cos \alpha + F_E). \quad (4)$$

Після розв'язку рівняння (4) при умові  $t = 0$ ,  $v = v_0$ , і  $C = m \cdot v_0$  отримаємо:

$$v = \frac{[m \cdot g \cdot \sin \alpha - f \cdot (m \cdot g \cdot \cos \alpha + F_E)] \cdot t}{m} + v_0. \quad (5)$$

Якщо початкова швидкість  $v_0$  насінини дорівнює нулеві, то для того, щоб в момент часу тнасінина перестала рухатися по стрічці транспортера потрібно, щоб виконувалась рівність з виразу (5):

$$m \cdot g \cdot \sin \alpha - f \cdot (m \cdot g \cdot \cos \alpha + F_E) = 0. \quad (6)$$

Тоді із рівності (6) силу електричного поля  $F_{ER}$ , яка діє на насінину на гладкій поверхні транспортерної стрічки визначали за виразом:

$$F_{ER} = m \cdot g \cdot \left( \frac{\sin \alpha}{f} - \cos \alpha \right). \quad (7)$$

За результатами досліджень [ 2 ] отримана експериментальна залежність динамічного коефіцієнта тертя насінини пшениці від нормальної сили для опорної

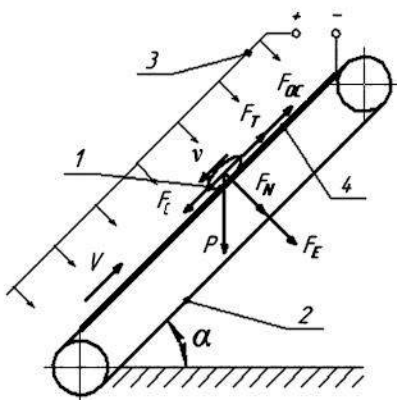


Рис. 1. Схема сил, які діють на насінину в полі коронного розряду при русі транспортерної стрічки:

1 — насінина; 2 — транспортер; 3 — коронуючий електрод; 4 — осаджуючий електрод; V — швидкість транспортерної стрічки; v — відносна швидкість насінини

пов  $v_0$  насінини дорівнює нулеві, то для того щоб в момент часу  $t$  насінина перестала рухатися по стрічці транспортера потрібно, щоб виконувалась рівність з виразу (11):

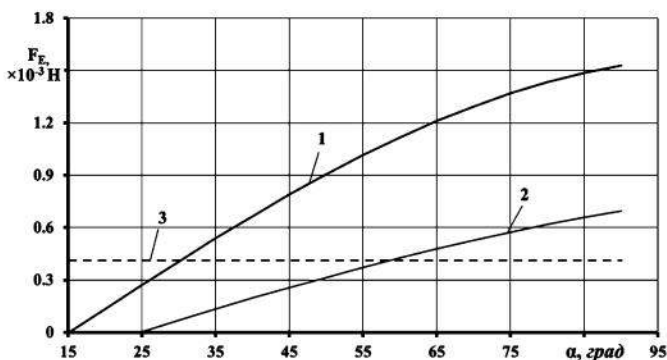
$$\left[ m \cdot g \cdot \sin \alpha - a \cdot (F_E + m \cdot g \cdot \cos \alpha)^2 + b \cdot (F_E + m \cdot g \cdot \cos \alpha) \right] = 0. \quad (12)$$

Тоді із рівності (12) сила електричного поля  $F_{ЕШ}$  яка діє на насінину, що знаходиться на шорсткій поверхні транспортерної стрічки визначається за виразом:

$$F_{ЕШ} = \sqrt{\frac{m \cdot g \cdot \sin \alpha}{a} + \frac{b^2}{4 \cdot a^2}} - m \cdot g \cdot \cos \alpha - \frac{b}{2 \cdot a}. \quad (13)$$

Використавши експериментальні дані залежностей динамічного коефіцієнта тертя насінини пшениці на гладкій ( $f = 0,27$ ) та значення коефіцієнтів апроксимації лінійної функції ( $a = 0,404 \text{ Н}^{-1}$ ;  $b = 0,31$ ) для шорсткої поверхонь [ 2 ], і підставивши їх у вищенаведені формули (7) і (13) для визначення сили електричного поля, яка діє на насінину в робочій зоні електродної системи з гладкою і шорсткою поверхнею, отримана залежність цих сил від кута нахилу опорної поверхні.

На (рис. 2) представлена залежність сили, яка необхідна для утримання насінини в полі коронного розряду від кута нахилу стрічки транспортера. Встановлено, що при розташуванні транспортера під кутом від  $30^\circ$  до  $85^\circ$  для



**Рис. 2.** Залежність сили, яка необхідна для утримання насінини в полі коронного розряду від кута нахилу опорної поверхні стрічки транспортера: 1 — гладка поверхня; 2 — шорстка поверхня; 3 — сила тяжіння

утримання насінини пшениці на гладкій стрічці з динамічним коефіцієнтом тертя 0,27 сила електричного поля повинна знаходитися в межах від  $0,45 \cdot 10^{-3}$  Н до  $1,5 \cdot 10^{-3}$  Н, а для шорсткої поверхні від  $0,1 \cdot 10^{-3}$  Н до  $0,62 \cdot 10^{-3}$  Н.

**Висновки.** Отримана аналітична залежність сили електричного поля, яка необхідна для утримання насінини на стрічці транспортера від кута між стрічкою транспортера і горизонтальною поверхнею. Встановлено, що при розташуванні транспортера під кутом від  $30^\circ$  до  $85^\circ$  для утримання насінини пшениці на гладкій стрічці з динамічним коефіцієнтом тертя 0,27 сила електричного поля повинна знаходитися в межах від  $0,45 \cdot 10^{-3}$  Н до  $1,5 \cdot 10^{-3}$  Н, а для шорсткої поверхні від  $0,1 \cdot 10^{-3}$  Н до  $0,62 \cdot 10^{-3}$  Н. Силова дія електричного поля на утримання насінини на транспортері під кутом до горизонту  $65^\circ \dots 85^\circ$  у 2,2...2,7 раза більша для гладкої поверхні в порівнянні з шорсткою і відповідно енергетичні затрати на транспортування матеріалу для останньої будуть менші.

## Бібліографія

1. *Кавунець В. П., Кочмарський В. С., Ворона А. П.* Насінництво озимої м'якої пшениці // Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колових культур у Лісостепу України / За ред. В. Т. Колючого, В. Н. Власенка, Г. Ю. Борсука. — К.: Аграрна наука, 2007. — С. 327-381.
2. *Снижение механических повреждений зерна при уборке и обработке* // М.: Агропромиздат, 1988. — С. 3.
3. *Дринча В. М.* Исследование сепарации семян и разработка машинных технологий их подготовки. — Воронеж: Издательство НПО «МОДЭК», 2006. — 384 с.
4. *Мищенко В. И. Терновой В. А.* Экспериментальные исследования зарядки семян в электростатическом поле. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. — К.: Урожай, 1975. — Вып. № 32. — С. 45-47.
5. *Мищенко В. И. Огурицов В.В.* Определение электрической силы сепарирующих устройств // Вестник сельскохозяйственной науки. — К.: Урожай, 1985. — Вып. № 8. — С. 82-83.
6. *Буинов П. П.* Разделение семян на горке ОСГ-0,12 М с наложением поля коронного разряда. // Научные труды Челябинского института механизации и электрификации сельского хозяйства, 1968. — Вып. № 31. — С. 95-98.

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВОГО ДЕЙСТВИЯ ПОЛЯ КОРОННОГО  
РОЗРЯДА НА СЕМЕНА В РАБОЧЕЙ ЗОНЕ ЭЛЕКТРОДНОЙ  
СИСТЕМЫ НА ДВИЖУЩЕЙСЯ ТРАНСПОРТЕРНОЙ ЛЕНТЕ**

*Представлены результаты исследований по определению аналитических зависимостей силы электрического поля, которая необходима для удержания семян на транспортной ленте.*

**Ключевые слова:** *семена, транспортная лента, силовое действие поля коронного разряда.*

**RESEARCH POWER OF ACTIONS OF THE FIELD OF CORONA  
DISCHARGE ON SEED IN THE WORKING ZONE OF THE  
ELECTRODE SYSTEM ON A MOVING CONVEYOR BELT**

*Shown results of researches on determination of the analytical dependences of the power reaction an electric field, which is necessary for the contents of seeds on the conveyor from the angle it of inclination and material tape.*

**Key words:** *seeds, the conveyer belt, power of actions of the field of corona discharge.*