

УДК 631.37:621.3

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВІСТРЬОВОЇ ЕЛЕКТРОДНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ НАСІННЯ СТІЧКОВИМ КОНВЕЄРОМ У ПОЛІ КОРОННОГО РОЗРЯДУ

Ю. В. ГЕРАСИМЧУК, к. т. н., с. н. с., e-mail: ger_yuri@mail.ru,

В. Г. САХНЕВИЧ, пров. інж.,

*Ю. М. БЕРЛІНЕЦЬ, аспірант, тел.: +38 0934401251 – Національний науковий центр
«Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

РЕЗЮМЕ

Мета. Визначення раціональних параметрів вістрьової електродної системи з урахуванням силової дії поля коронного розряду на насіння сільськогосподарських культур для його транспортування стрічковим конвеєром.

Методи. Факторний експеримент для визначення залежності питомої потужності вістрьової електродної системи від її параметрів, математико-статистичні методи оброблення результатів експерименту.

Результати. Отримані рівняння регресії, що описують залежність питомої електричної потужності вістрьової електродної системи, яка необ-

хідна для утримання насіння пшениці і ячменю на стрічці конвеєра, від відстані між коронуючими електродами і висотою їх розташування.

Висновки. Питома потужність вістрьової електродної системи для утримання насіння пшениці на стрічці конвеєра, розташованої під кутом 60° , має бути не меншою $18,4 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, а для утримання насіння ячменю – $29,51 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$. При цьому відстань між вістрями коронуючого електрода становить 55 мм та 50 мм відповідно, а висота їх розташування над конвеєрною стрічкою – 40 мм.

Ключові слова: травмування насіння, транспортування стрічковим конвеєром, коронний розряд, параметри вістрьової електродної системи.

UDC 631.37:621.3

DETERMINING PARAMETERS OF ELECTRODE SYSTEM WITH POINT ELECTRODES FOR TRANSPORTING SEEDS IN THE FIELD OF CORONA DISCHARGE

Y. V. GERASYMCHUK, PhD, Senior Researcher, e-mail: ger_yuri@mail.ru,

V. G. SAHNEVYCH, Lead Engineer,

*Y.M. BERLINEC, post-graduate student, tel.: +38 0934401251 – National Scientific Center
«Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture»*

SUMMARY

Purpose. Determination of rational parameters of the spire electrode system based on the power action of field of corona discharge on crop seeds for its transportation by belt conveyor.

Methods. The factorial experiment for determining of dependence of specific power of the wind electrical system from its parameters, mathematical and statistical methods for processing of the experimental results.

Results. Obtained the regression equation that describe the dependence of specific electrical power spire electrode system, which is necessary for the

maintenance of wheat and barley seed on a conveyor belt, on the distance between the crowning electrodes and the height of their location.

Conclusions. The specific power of spire electrode systems for keeping wheat seeds on a conveyor belt located at an angle of 60° should be at least $18,4 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, and for the maintenance of barley seeds – $29,51 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$. The distance between the edges crowning electrode is 55 mm and 50 mm, respectively, and the height of their location on the conveyor belt – 40 m m.

Key words: injury seeds, transportation by the belt conveyor, a corona discharge parameters of the spire electrode system.

УДК 631.37:621.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОСТРИЕВОЙ ЭЛЕКТРОДНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЕМЯН В ПОЛЕ КОРОННОГО РАЗРЯДА

Ю. В. ГЕРАСИМЧУК, к. т. н., с. н. с., e-mail: ger_yuri@mail.ru,

В. Г. САХНЕВИЧ, вед. инж.,

Ю. Н. БЕРЛИНЕЦЬ, аспирант, тел.: +38 0934401251 – Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН

РЕЗЮМЕ

Цель. Определение рациональных параметров остривой электродной системы с учетом силового воздействия поля коронного разряда на семена сельскохозяйственных культур для их транспортировки ленточным конвейером.

Методы. Факторный эксперимент для определения зависимости удельной мощности остривой электродной системы от ее параметров, математико-статистические методы обработки результатов эксперимента.

Результаты. Полученные уравнения регрессии, описывающие зависимость удельной электрической мощности остривой электродной системы, которая необходима для содержания семян

пшеницы и ячменя на ленте конвейера, от расстояния между коронирующими электродами и высотой их расположения.

Выводы. Удельная мощность остривой электродной системы для удержания семян пшеницы на ленте конвейера, расположенной под углом 60° , должна быть не менее $18,4 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$, а для удержания семян ячменя – $29,51 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$. При этом расстояние между остриями коронирующего электрода составляет 55 мм и 50 мм соответственно, а высота их расположения над конвейерной лентой – 40 мм.

Ключевые слова: травмирование семян, транспортировка ленточным конвейером, коронный разряд, параметры остривой электродной системы.

ПРОБЛЕМА

За показниками енергосності валовий внутрішній продукт України, в тому числі продукції рослинництва і тваринництва, в декілька разів перевищує показники розвинених країн Західної Європи [1]. Для зменшення цього показника в галузі рослинництва потрібно створити умови для прискореного і стабільного збільшення виробництва зерна, що є основним завданням сільського господарства. Успішне виконання його потребує використання всіх резервів для підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Найбільш ефективним і економічно вигідним заходом є виробництво і підготовка насіння високої якості.

На показники якості насіння впливає рівень його травмування. Разом з тим, згідно результатів досліджень [2], в останні роки у господарствах України травмування насіння сільськогосподарських культур становить 50 – 60 %, а подекуди – 70 – 90 %. При доведенні насіннєвого матеріалу до високих посівних кондицій у господарствах дуже часто перепускають насіння через сортувальні та транспортуючі машини декілька разів. Це призводить до значного його травмування. В

процесах післязбиральної та передпосівної підготовки найбільше травмують зерно транспортуючі засоби. Це насамперед норії, скребокві транспортери, шнеки, пневмотранспортери. На їх долю припадає до 80 % травмованого зерна [3]. Причиною травмування насіння транспортуючими засобами є силова взаємодія окремих зернівок з кромками робочих органів. Тому, для зменшення травмування насіння сільськогосподарських культур транспортуючими засобами потрібно створити такі технічні засоби, у яких була б відсутня ця взаємодія.

Встановлена можливість використання сил електричної природи, які діють на зернини в полі коронного розряду, для транспортування насіння сільськогосподарських культур стрічковим конвеєром [4]. При цьому відсутня силова взаємодія зернівок з кромками робочих органів машин, які спричиняють їх травмування. Але для створення та ефективного використання транспортуючого пристрою з використанням сил електричного поля коронного розряду необхідно обґрунтувати параметри електродної системи.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Для усунення травмування насіння сільськогосподарських культур в процесі транспортування Фадєєвим Л. В. запропоновані ошадні норії [5]. Норії мають вертикальну та нахилену ділянку транспортування зерна. Ковші замінені на лотки відкритого типу, швидкість руху лотків регулюється. Встановлений пневмопристрій для повернення насіння, що просипалося при завантаженні. Також відомий гвинтовий конвеєр [6], на робочій поверхні гвинта якого встановлена накладка із прогумованого матеріалу. Однак, використання таких засобів тільки частково зменшує травмування насіння в процесах передпосівної підготовки.

З усіх транспортуючих пристроїв і живильників машин післязбиральної та передпосівної підготовки стрічкові конвеєри найменше травмують зерно і насіння сільськогосподарських культур [3]. Водночас переміщення зерна стрічковим конвеєром під кутом, більшим 15° , потребує додаткових засобів для його утримання на стрічці конвеєра. Відомі [7] крутопохилі конвеєри з трубчатими, рифленими (шевронними) стрічками та двострічкові конвеєри, але всі вони використовують дію механічних сил на окремі зернівки для їх утримання. Перспективним напрямом для утримання насіння на стрічці конвеєра із збільшеним кутом нахилу є використання сил електричної природи, які будуть діяти на насіння в полі коронного розряду.

Для створення коронного розряду використовують різні системи електродів [8, 9]. Важливим параметром при виборі електродної системи являється початкова напруга коронного розряду. Найменше значення початкової напруги спостерігається у електродів з великою кривизною поверхні – це вістря голки або тонкі дротики [10, 11]. Вістряві електроди забезпечують найбільшу потужність, споживану коронним розрядом [10], тому вони набули найбільшого розповсюдження для створення поля коронного розряду [12].

При створенні систем вістрявих коронуючих електродів спостерігається явище їх взаємного екранування, що призводить до зростання напруги початку коронування [13, 14]. Взаємне екранування вістрь залежить від основних конструктивних параметрів електродної системи: відстані між вістрями голок коронуючого електрода та способу розташування голок.

Найбільш раціонально розташовувати голки коронуючого електрода у вершинах рівностороннього трикутника [12, 14].

При виборі раціональних конструктивних параметрів вістрявої електродної системи необхідно виходити з умови найбільшого значення напруженості біля поверхні осаджуючого електрода при рівномірному її розподіленні по всій його поверхні [15]. Ця умова пов'язана з необхідністю рівномірної дії сил електричної природи по поверхні осаджуючого електрода. Рівномірність розподілення напруженості по поверхні осаджуючого електрода в основному визначається відстанню між вістрями голок коронуючого електрода та висотою їх розташування над осаджуючим електродом. Отже, для ефективного використання поля коронного розряду при транспортуванні насіння на стрічковому конвеєрі із збільшеним кутом нахилу необхідно визначити параметри вістрявої електродної системи, які б забезпечили утримання цього насіння на стрічці конвеєра.

Мета досліджень. Визначення раціональних параметрів вістрявої електродної системи з урахуванням силової дії поля коронного розряду на насіння сільськогосподарських культур для його транспортування стрічковим конвеєром.

Результати досліджень. При визначенні параметрів вістрявої електродної системи, критерієм служили мінімальні витрати енергії електродною системою для утримання насіння на поверхні стрічкового конвеєра. Для цього були проведені двофакторні експерименти з використанням похилої площини. Експерименти проводилися для насіння пшениці і ячменю. Як фактори приймалися основні параметри електродної системи – відстань між голками коронуючого електрода та висота їх розташування. Інтервали і рівні варіювання досліджуваних факторів на основі аналізу експериментальних даних попередньо проведених досліджень приймалися наступними:

- відстань між голками коронуючого електрода $d - 0.02, 0.05, 0.08$ м;
- висота розташування коронуючого електрода $h - 0.04, 0.06, 0.08$ м.

Функція відгуку – потужність електродної системи, яка необхідна для утримання насіння пшениці та ячменю на стрічці конвеєра.

Для проведення експериментів використовувалася лабораторна установка, схема якої приведена на рис. 1.

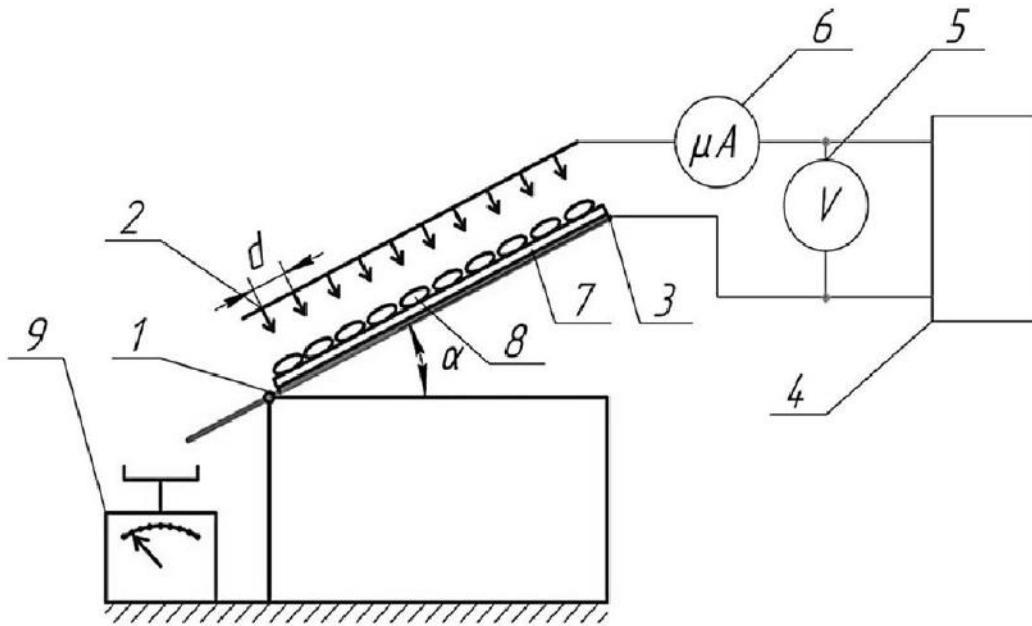


Рис. 1. Схема лабораторної установки для проведення експериментальних досліджень по обґрунтуванню параметрів електродної системи для процесу транспортування насіння в електричному полі:

1 – похила площина; 2 – блок коронуючих електродів; 3 – осаджуючий електрод; 4 – джерело живлення; 5 – вольтметр; 6 – мікроамперметр; 7 – транспортерна стрічка; 8 – насіння; 9 – ваги.

Fig. 1. The diagram of laboratory setup to realize experimental research on substantiation of the electrode system parameters for the process of transportation of seeds in the electric field:

1 – the inclined plane; 2 – the block corona-forming electrodes; 3 – the grounded electrode; 4 – the power supply; 5 – the voltmeter; 6 – the microammeter; 7 – the conveyor belts; 8 – seeds; 9 – weight.

Лабораторна установка складається з похилої площини 1, електродної системи з коронуючим 2 і осаджуючим 3 електродами, джерела високої напруги 4, вольтметра 5 і мікроамперметра 6. Геометричні параметри голок коронуючого електрода відповідали рекомендаціям, які приведені в [16]. Осаджуючий електрод закриває фрагмент конвеєрної стрічки 7, на якій розташовується насіння 8. Для визначення маси насіння, яке скочується з похилої площини, використовуються ваги 9. Кут α між горизонтальною площиною і похилою площиною можна змінювати в межах від 0° до 90° .

Експериментальні дослідження з використанням лабораторної установки проводилися в такій послідовності. Похила площина встановлювалась у горизонтальне положення. Під коронуючі електроди на фрагмент конвеєрної стрічки в один шар розташовували насіння пшениці чи ячменю. Після цього електродна система підключалася до джерела живлення.

Струм через електродну систему встановлювався такий, щоб при будь-якому положенні похилої площини зернівки на ній утримувались. Далі похила площина встановлювалась в положення, при якому кут α становив 60° . Шляхом зменшення напруги джерела живлення визначалася напруга на електродній системі і струм, через електродну систему при яких з похилої площини скочувалося до 5 % насіння. Питома потужність електродної системи визначалася як добуток отриманих значень струму і напруги, розділену на площу розташування насіння.

В результаті оброблення експериментальних даних отримані рівняння регресії, що описують залежність питомої електричної потужності електродної системи, яка необхідна для утримання насіння пшениці і ячменю на стрічці конвеєра, від відстані між коронуючими електродами і висотою їх розташування. Взаємозв'язки між цими параметрами мають наступний вигляд для насіння пшениці і ячменю:

$$P_{II} = 49,65 + 829,8 \cdot h - 1895,65 \cdot d - 13958,3 \cdot d \cdot h + 23314,8 \cdot d^2, \quad (1), \quad (2)$$

$$P_{Я} = -3,85 - 1384,35 \cdot d + 2517,71 \cdot h + 19754,6 \cdot d^2 - 13645,8 \cdot d \cdot h - 12645,8 \cdot h^2$$

де – $P_{II}, P_{Я}$ – питома електрична потужність електродної системи для утримання насіння пшениці і ячменю на стрічці конвеєра, Вт·м⁻².

В графічному вигляді залежності (1) та (2) показані на рис. 2.

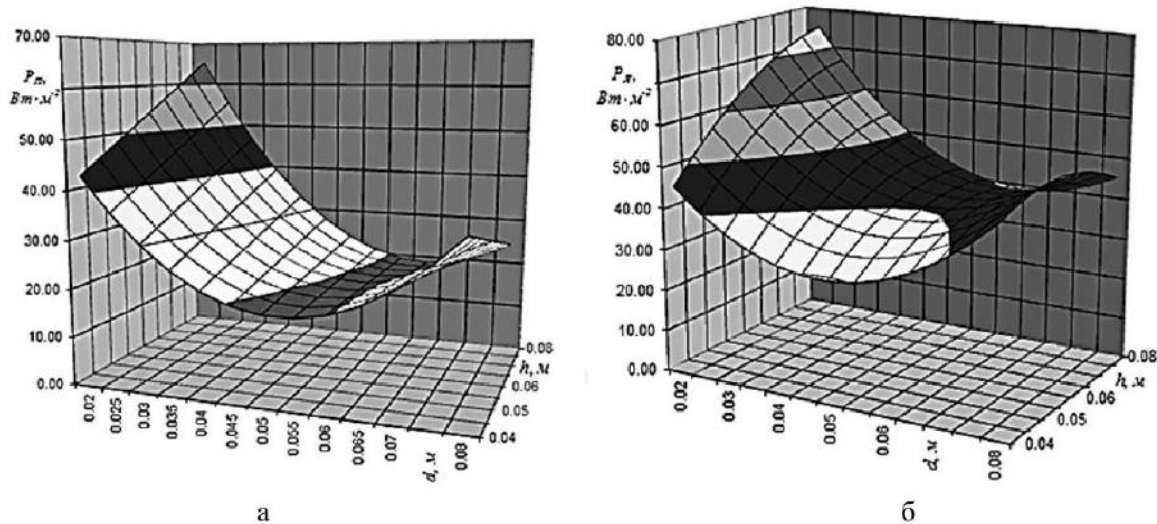


Рис. 2. Питома потужність електродної системи для утримання насіння на конвеєрній стрічці в залежності від висоти розташування коронуючих електродів і відстані між ними: а – насіння пшениці; б – насіння ячменю.

Fig. 2. The specific power of the electrical system for keeping seeds on the conveyor belt, depending on the height of location corona-forming electrodes and the distance between them: а – wheat seeds; б – barley seeds.

Аналіз отриманих залежностей показав, що найменша питома потужність електродної системи для утримання насіння пшениці 18,4 Вт·м⁻² досягається при відстані між коронуючими електродами 0,055 м та висотою розташування їх над конвеєрною стрічкою 0,04 м, а для утримання насіння ячменю 29,51 Вт·м⁻² при тій же висоті розташування та відстанні між коронуючими електродами 0,05 м.

ВИСНОВОК

Питома потужність вістрявої електродної системи для утримання насіння пшениці на стрічці конвеєра, розташованої під кутом 60°, має бути не меншою 18,4 Вт·м⁻², а для утримання насіння ячменю – 29,51 Вт·м⁻². При цьому відстань між вістрями коронуючого електрода становить 0,055 м та 0,05 м відповідно, а висота їх розташування над конвеєрною стрічкою – 0,04 м.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Адамчук В.В. Наукове забезпечення ефективного застосування електричної енергії в технологічних процесах промислового виробництва / В.В. Адамчук, В.Ф. Петриченко, В.Г. Мироненко, Ю.В. Герасимчук // Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвід. темат. наук. зб. – Глеваха, 2014. – Вип. 99. Т.1. – С. 14 – 33.
2. Кавунець В. П., Кочмарський В. С., Ворона А. П. Насінництво озимої м'якої пшениці // Селекція, насінництво і технології вирощування зернових колосових культур у Лісостепу України / За ред.: В. Т. Колючого, В. Н. Власенка, Г. Ю. Борсука. – К.: Аграрна наука, 2007. – С. 327 – 381.
3. Тарасенко А.П. Снижение травмирования семян при уборке и послеуборочной обработке. – Воронеж: ФГОУ ВПО ВГАУ, 2003 – 331с.
4. Герасимчук Ю.В. Перспективи використання електричного поля для зниження травмивання насіння в процесах передпосівної підготовки / Ю. В. Герасимчук, В. Г. Сахневич // Механізація

та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2012.- Вип. 96.-С. 444-453.

5. Фадеєв Л. В. Линия очищающе – калибрующих машин.- К.: Насінництво. -2011.- №3-С.22-27.

6. Пат. 69808 Україна, МПК А01F 12/46 Гвинтовий конвеєр / С.М. Герук, Р.С. Грудовий – заявник Герук С.М. – u 2011 13598, заяв. 18.11.2011, опубл. 10.05.2012, Бюл.№ 9.

7. Пертен Ю.А. Крутонаклонные конвейеры. / Ю.А. Пертен // Л., «Машиностроение» (Ленингр. отд-ние), 1977. – 216 с.

8. Басов А.М. Электротехнология. / А.М. Басов, В.Г. Быков, А.В. Лаптев, В.Б. Файн // М.: Агропромиздат, 1985. – 256 с.

9. Биргер М.И. Справочник по pile- и золоулавливанню / М.И. Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков и др. // Под общ. ред А.А. Русанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 312 с.

10. Верещагин И.П. Основы электрогазодинамики дисперсных систем. / И.П. Верещагин, В.И. Левитов, Г.З. Мирзабекян, М.М. Пашин // М.: Энергия, 1974 – 480 с.

11. Левитов В.И. Дымовые электрофильтры. // В.И. Левитов, И.К. Решидов, В.М. Ткаченко и др.// Под общ. ред. В.И. Левитова. – М.: Энергия, 1980. – 448 с.

12. Каминский А.М. Электронно – ионная технология в сельскохозяйственном производстве / А.М. Каминский, Е.Н. Живописцев; ВИНТИ // Итоги науки и техники. – Т. 1. – М., 1985. – 96 с. (Серия «Электрификация и автоматизация сельского хозяйства»)

13. Козлов Б.А. Предельный ток многоострийного коронного разряда / Б.А. Козлов, В.И. Соловьев // ЖТФ. 2006. Т.76. – Вып. 7. – С. 1 – 7.

14. Салата Н.П. Взаимное экранирование остриевых коронирующих электродов в системах аэроионизации животноводческих помещений / Н.П. Салата // Механизация и электрификация сельского хозяйства, К.: Урожай, 1977. – Вып. 39. – С. 55 – 59.

15. Верещагин И.П. Распределения поля в электрофильтрах с игольчатыми электродами / И.П. Верещагин, И.В. Заргарян, А.В. Семенов // Электричество. – 1980.– № 6.–С. 48 – 51.

16. Салата Н.П. Обоснование оптимальных параметров остриевых коронирующих электродов для аэроионизации животноводческих помещений / Н.П. Салата // Механизация и электрификация сельского хозяйства, К., Урожай, 1976. – Вып. 35. – С. 85 – 89

REFERENCES

1. Adamchuk V.V. Naukove zabezpechennja efektyvnoho zastosuvannja elektrichnoї energii

v tehnologichnih procesah promislivogo virobnictva / V.V. Adamchuk, V.F. Petrichenko, V.G. Mironenko, Ju.V. Gerasimchuk// Mehanizacija ta elektrifikacija sil'skogo gospodarstva: Mizhvidomchij tematicnij nauk. zb. – Nac. nauk. centr «IMESG» NAAN Ukraїni. – Glevaha, 2014. – Vip. 99. T.1. – S. 14 – 33.

2. Kavunec' V. P., Kochmars'kij V. S., Vorona A. P. Nasinnictvo ozimoї m'jakoї pshenici // Selekcija, nasinnictvo i tehnologii viroshhuvannja zernovih kolosovih kul'tur u Lisostepu Ukraїni / Za red. V. T. Koljuchoho, V. N. Vlasenka, G. Ju. Borsuka. – K.: Agrarna nauka, 2007. – S. 327 – 381.

3. Tarasenko A.P. Snizhenie travmirovanija semjan pri uborke i posleuborochnoj obrabotke. – Voronezh: FGOU VPO VGPU, 2003 – 331s.

4. Gerasimchuk Ju.V. Perspektivi vikoristannja elektrichnogo polja dlja znizhennja travmuvannja nasinnja v procesah peredposivnoї pidgotovki / Ju. V. Gerasimchuk, V. G. Sahnevich // Mehanizacija ta elektrifikacija sil'skogo gospodarstva. Glevaha, 2012.- Vip. 96.-S. 444-453.

5. Fadeev L. V. Linija ochishhajushhekolibrujushhij mashin.- K.: Nasinnictvo. -№3-2011.- S.22-27.

6. Pat. 69808 Україна, МПК А01F 12/46 Gvintovij konveer / S.M. Geruk, R.S. Grudovij – заявник Geruk S.M. – u 2011 13598, заяв. 18.11.2011, opub. 10.05.2012, Bjul.№ 9 2012 r.

7. Perten Ju.A. Krutonaklonnye konvejery. / Ju.A. Perten // Л., «Mashinostroenie» (Leningr. otdnie), 1977. 216 s.

8. Basov A.M. Jelektrotehnologija. / A.M. Basov, V.G. Bykov, A.V. Laptev, V.B. Fajn // М.: Agropromizdat, 1985. – 256 с.

9. Birger M.I. Spravochnik po pile- i zoloulavlivaniju / M.I. Birger, A.Ju. Val'dberg, B.I. Mjagkov i dr. // Pod obshh. red A.A. Rusanova. – 2-e izd., pererab. i dop. – М.: Jenergoatomizdat, 1983. – 312 s.

10. Vereshhagin I.P. Osnovy jelektrogazodinamiki dispersnyh sistem. / I.P. Vereshhagin, V.I. Levitov, G.Z. Mirzabekjan, M.M. Pashin // М., «Jenergija», 1974 – 480 s.

11. Levitov V.I. Dymovye jelektrofil'try. // V.I. Levitov, I.K. Reshidov, V.M. Tkachenko i dr.// Pod obshh. red. V.I. Levitova. – М.: Jenergija, 1980. – 448 s.

12. Kaminskij A.M. jelektronno – ionnaja tehnologija v sel'skohozjajstvennom proizvodstve / A.M. Kaminskij, E.N. Zhivopiscev; VINITI // Itogi nauki i tehniki. – Т. 1. – М., 1985. – 96 s. (Serija «Elektrifikacija i avtomatizacija sel'skogo hozjajstva»)

13. Kozlov B.A. Predel'nij tok mnogostrijnogo koronnogo razrjada / B.A. Kozlov, V.I. Solov'ev // ZhTF. 2006. Т. 76. Vyp. 7. s. 1 – 7.

14. Salata N.P. Vzaimnoe jekranirovanie ostrievyh koronirujushhij jelektrodov v sistemah

ajeroionifikacii zhivotnovodcheskih pomeshhenij / N.P. Salata // *Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva, K., Urozhaj, 1977. – Vyp. 39., – S. 55 – 59*

15. Vereshhagin I.P. Raspredelenija polja v jelektrofil'trah s igol'chatymi elektrodami / I.P. Vereshhagin, I.V. Zargarjan, A.V. Semenov // *Jelektrichestvo, 1980. № 6, s. 48 – 51.*

16. Salata N.P. Obosnovanie optimal'nyh parametrov ostrievyh koronirujushhijh jelektrodov dlja ajeroionifikacii zhivotnovodcheskih pomeshhenij / N.P. Salata // *Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva, K., Urozhaj, 1976. – Vyp. 35., – S. 85 – 89*