

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

на правах рукопису

ОГУРЦІВ Володимир Васильович

УДК 631.362

СЕПАРАЦІЯ НАСІННЯ ТРАВ НА ПЛОЩИНІ, ЩО КОЛИВАЄТЬСЯ,
В ЕЛЕКТРИЧНОМУ ПОЛІ

Спеціальність: 05.20.02 - електрифікація
сільськогосподарського виробництва

А в т о р е ф е р а т
дисертації на пошукування вченого ступеня
кандидата технічних наук

Київ - 1992

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00814419 (R)

...та виконана в Українському науково-дослідному інституті
...її і електрифікації сільського господарства і Харківському
...механізації і електрифікації сільського господарства

...МИ КЕРІВНИК - заслужений діяч науки,
доктор технічних наук,
академік УААН, професор ЗАЙКА П.М.

...ВИИ КОНСУЛЬТАНТ - кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник
МІЩЕНКО В.І.

...ЦІНИ ОПОНЕНТИ - доктор технічних наук,
професор КИСТЕНЬ Г.Е.
кандидат технічних наук,
доцент ТРЕГУБ М.І.

ПРОВІДНА ОРГАНІЗАЦІЯ - Миколаївське спеціалізоване
конструкторське проектно-
технологічне бюро
електротехнології
НВО "Агроприлад" (МСКПТБЕ)

Захист відбудеться "7" серудня 1992 р. о 14 годині на
засіданні спеціалізованої ради К 120.71.02 в Українському
державному аграрному університеті: м.Київ, Голосієво, 8-ий учбовий
корпус, аудиторія N 26.

Відгуки і зауваження по автореферату в двох екземплярах, за-
вірнені печаткою, просимо направляти на адресу: 252041, м.Київ-41,
вул. Героїв оборони, 15, УДАУ, секретаріат спеціалізованих рад.

С дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці університету.

Автореферат розіслано "6" листопада 1992 р.

Вчений секретар
спеціалізованої ради
к.т.н., доцент

Л.П.ТИЩЕНКО

Актуальність теми. Збільшення і стабілізація урожайності культур в сільському господарстві, крім ряду агротехнічних заходів потребує підготовки високоякісного посівного матеріалу. Одним из важливих етапів отримання високих урожаїв є очищення насіннєвого матеріалу, необхідне для доведення його до високих посівних кондицій.

Особливо актуальна задача підготовки посівного матеріалу ряду дрібнонасіннєвих культур (трав, свочів та інш.). Адаже очищення насіння таких культур на існуючих сепараторах недостатньо ефективно внаслідок збігу властивостей насіння основної культури і засмічувачів, що призводить до втрат повноцінного насіння.

Використання при сепарації, крім фізико-механічних, ще й електричних властивостей насіння, дозволяє забезпечити підвищення якості очищення.

Тому важливою народногосподарською задачею є пошуки й розробка технологічних процесів і електричних робочих органів сепараторів для очищення посівного матеріалу дрібнонасіннєвих культур.

Тема дисертаційної роботи є частиною науково-технічної програми 0.51.21 "Розробити і впровадити нові методи і технічні засоби електрифікації сільського господарства".

Мета і задачі досліджень. Метою дисертації є розробка і обґрунтування процесу сепарації насіння трав на площині, що коливається, в електричному полі для зниження втрат посівного матеріалу при очищенні його від важковідокремлюваних засмічувачів.

Для досягнення поставленої мети в дисертаційній роботі вирішувались такі задачі:

- визначення сил, діючих на насіння в електричному полі системи електродів, що знаочергуються;
- встановлення залежності граничного кута підйому насіння на площині, що коливається, від значення електричної сили;
- дослідження властивостей і граничних кутів підйому насіння на площині, що коливається, в електричному полі;
- обґрунтування режимів сепарації насіння на площині, що коливається, в електричному полі.



Об'єкт дослідження. Як об'єкт дослідження використовувались стенд для експериментів, сепаратор з площиною, що коливається, і накладеним електричним полем, насіння люцерна і важковідокремлюваних засмічувачів.

Методика досліджень. Аналітичні дослідження електричної сили, що діє на частку в полі системи електродів, що знакочергуються, проводились з використанням загальноприйнятих і спеціальних методик. Для вивчення ступеня впливу параметрів і режимів на ефективність сепарації насіння на площині, що коливається, в електричному полі застосовувався метод планування багатоефекторного експерименту. Результати досліджень оброблялись з застосуванням методів математичної статистики за допомогою ЕОМ.

Наукова новизна. Теоретично і експериментально досліджено процес сепарації насіння на площині, що коливається, в електричному полі.

Визначені сили, що діють на частку в полі системи електродів, що знакочергуються.

Встановлена залежність граничного кута підйому часток на площині, що коливається, від значення електричної сили.

Розроблено математичну модель процесу сепарації насіння на площині, що коливається, в електричному полі при синхронизації дії механічних і електричних сил.

Наукова новизна досліджень підтверджена трьома авторськими свідоцтвами на винаходи.

Практична цінність роботи. На основі проведених досліджень обгрунтовано спосіб сепарації на площині, що коливається, в електричному полі, який дозволяє забезпечити злишення втрет насіння при очищенні від важковідокремлюваних засмічувачів не менше ніж на 30 %.

Реалізація результатів досліджень. Результати досліджень використані при розробці і виготовленні пристрою з площиною в системі електродів, що знакочергуються. Матеріали по сепарації насіння на площині, що коливається, в електричному полі прийняті для впровадження Миколаївським спеціалізованим конструкторським проектно-технологічним бюро електротехнології НВО "Агроприлад". Сепаратор впроваджено на Миколаївській обласній державній насіннєвій станції. Економічний ефект склав 2301 карбованець в розрахунку на один пристрій.

Апробація роботи. Матеріали теоретичних і експериментальних досліджень, що включені в дисертацію, були повідомлені і обговорені на Республіканській науково-технічній конференції "Удосконалення зональних систем машин і шляхи підвищення продуктивності праці в сільському господарстві" (м.Київ, 1984 р.), на Республіканській науково-технічній конференції "автоматизація технологічних процесів в тваринництві і рослинництві - важливий фактор реалізації Продовольчої програми СРСР" (м.Київ, 1985 р.). За результатами виконаних досліджень опубліковано вісім друкованих робіт загальним об'ємом 1,2 друкованого аркуша, в тому числі три авторських свідоцтва на винаходи.

Структура і об'єм роботи. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, висновків, списку літератури з 128 найменувань і додатків. Робота містить 161 сторінку, в тому числі 81 сторінку машинописного тексту, 38 рисунків, 8 таблиць і 5 додатків.

ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано актуальність вибраної теми досліджень, дана коротка характеристика роботи, її новизни і практичної цінності для сільськогосподарського виробництва.

В першому розділі розглянуто існуюче становище питання очищення насіння від важковідокремлюваних засмічувачів. Механічні способи не дозволяють якісно проводити сепарацію насіння ряду культур, яке містить важковідокремлювані домішки, внаслідок малої різниці фізико-механічних властивостей насіння і засмічувачів. Очищення такого насіння на механічних машинах вимагає багатократного повторення технологічного циклу, внаслідок чого зростає кількість повноцінного насіння, яке потрапляє у відходи, збільшуються витрати на очищення.

Роботами Басова А.М., Бородіна І.Ф., Мартиненко І.І., Заїки П.М., Кистеня Г.Е., Кіпанідзе Т.С., Каменіра Е.А. Тарушкіна В.І., Міщенко В.І., Леонова В.С, Мазнева Г.Е., Цмігеля В.Н. та інших вітчизняних вчених доведена перспективність застосування електричних способів сепарації насіння сільськогосподарських культур.

Сепаратори, в яких використовуються електричні властивості насіння, забезпечують ефективне їх очищення від багатьох важковідокремлюваних засмічувачів.

Однак відомі установки не дозволяють забезпечити ефективне очищення дрібного насіння. Сепарація на площині, що коливається, в електричному полі дозволяє очищати і таке насіння, але цей процес вивчено недостатньо.

Аналіз опублікованих робіт з питань теорії і практичного застосування сепараторів насіння сільськогосподарських культур дозволяє зробити такі висновки:

- при очищенні від деяких важковідокремлюваних засмічувачів на механічних сепараторах втрати насіння ряду культур досягають 10...15%;

- застосування електричного поля для очищення насіння сільськогосподарських культур на механічних сепараторах є ефективним і раціональним;

- використання електричного коронного розряду в процесі очищення насіння трав не завжди доцільно, так як зміна атмосферних умов в деяких випадках погіршує якість сепарації;

- застосування високоевольтного поля в деякій мірі ускладнює конструкцію електростатичних сепараторів і знижує безпеку роботи експлуатаційного персоналу;

- процес сепарації на площині, що коливається, в електричному полі досліджений недостатньо.

В другому розділі приведені результати аналітичного дослідження процесу сепарації насіння на площині, що коливається, в електричному полі. Значний вплив на процес сепарації здійснює електрична сила, яка діє на частки в полі системи електродів, що знаходяться. Для отримання аналітичного виразу, що зв'язує величину електричної сили з властивостями насіння і параметрами електродної системи, використовувалась розрахункова схема, яка представлена на рис.1.

Рівняння для розрахунку кратності електричної сили (Y відношення до сили тяжіння, що діє на частку) має такий вигляд:

$$K_e = \frac{2\pi R_c^2 \epsilon_0 (\epsilon_c - \epsilon_l)}{mg} \left[U r_n \sum_{k=1}^N \ln \frac{ka}{r} \right]^2 \left\{ \frac{1}{4r_n^2 - (a-l)^2} + \sum_{k=1}^N (-2)^k \frac{a^2 (R^2 - k + 1) - l (ka - l)}{[(4r^2 - 1)a^2 + l(2a - l)]^2} \right\} \quad (1)$$

- де ϵ_0 - електрична постійна;
 R_c - радіус насіння;
 ϵ_c - діелектрична проникність насіння;
 ϵ_i - діелектрична проникність ізоляції;
 m - маса насіння;
 g - прискорення сили тяжіння;
 U - напруга на системі електродів;
 l - довжина насіння;
 r_n - відстань між площиною електродів і повздоваюю
 віссю насіння;
 k - номер пари електродів;
 N - кількість пар електродів;

$$N = \exp \left\{ e - 0,25 \exp \left[\frac{d}{\exp(\theta) r_n} \right] \ln \left[\frac{d}{r_n} \right] \right\} \quad (2)$$

З виразу (1) для кратності електричної сили, що діє на частку в полі системи електродів, що знаочергуються, випливає, що значення вказаної сили залежить, як від електричних властивостей частки, так і від її розмірів, перш за все поперечних. Зі збільшенням останніх кратність електричної сили зменшується.

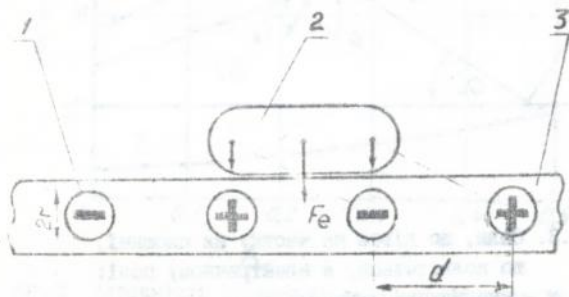


Рис.1. Схема для визначення електричної сили:

- 1 - електрод;
- 2 - частка;
- 3 - площина.

Квадратична залежність електричної сили від напруги на системі електродів забезпечує широкий діапазон регулювання значення сили безпосередньо в ході процесу сепарації.

Кут тертя частки при дії електричної сили описується рівнянням такого виду

$$\alpha = \alpha_0 + \arcsin[K_e \sin(\alpha_0)] \quad (3)$$

де α_0 - кут тертя частки при відсутності електричної сили.

Інтегральним показником, який характеризує поведінку насіння при сепарації на площині, що коливається, в електричному полі, є граничний кут підйому, тобто такий кут нахилу площини, при якому швидкість руху насіння вгору під впливом всіх сил, що діють на нього (рис.2), стає рівною нулю.

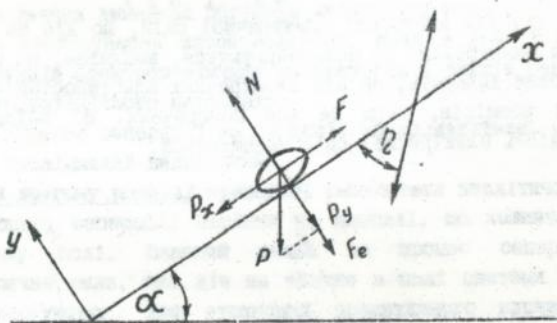


Рис.2. Сили, що діють на частку на площині, що коливається, в електричному полі:

- α - кут нахилу площини;
- P - сила тяжіння;
- N - реакція;
- F - сила тертя;
- η - кут спрямованості коливань.

Рівняння для граничного кута підйому насіння на площині, що коливається, в електричному полі має такий вид

$$\gamma = \arctg \left\{ \operatorname{tg}^2 \left[\alpha_0 + \arcsin \left[K_e \operatorname{ctg}(\alpha_0) \right] \right] \operatorname{tg}(\eta) \right\} \quad (4)$$

З виразу (4) випливає, що граничний кут підйому насіння залежить від розмірів і електричних характеристики частки та від напруги на системі електродів, що знаходяться.

Так як значення граничного кута підйому залежать не від одного, а від сукупності електричних і механічних властивостей насіння, то виникають значні відмінності в значеннях граничних кутів підйому насіння з різними властивостями. При цьому з ростом кратності електричної сили збільшується різниця граничних кутів (рис.3).

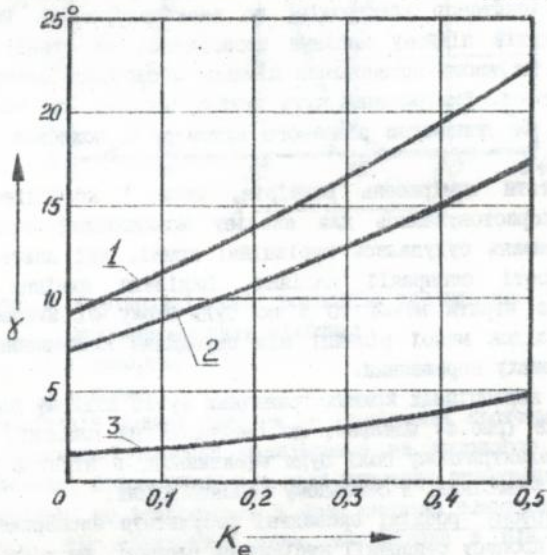


Рис.3. Залежність граничних кутів підйому насіння від кратності електричної сили :

- 1 - при коефіцієнті тертя насіння 0,45;
- 2 - при коефіцієнті тертя насіння 0,4;
- 3 - різниця граничних кутів підйому.

В третьому розділі приведені результати експериментального визначення властивостей і граничних кутів підйому на площині, що коливається, в електричному полі. Адекватність аналітичних виразів перевірялась порівнянням експериментального і розрахункового значень граничного кута підйому насіння на площині, що коливається, в електричному полі. З цією метою в програмі досліджень було передбачено визначення властивостей насіння.

Коефіцієнт тертя визначався за допомогою спеціально розробленої і виготовленої установки, площа якої приводилась в рух електродвигуном. В момент зісковзування частки живлення двигуна вимикалось за допомогою дистанційного пульта. По вимірному значенню кута розховувався коефіцієнт тертя частки. Для вимірів кутів тертя насіння при дії електричної сили площа установки забезпечена системою електродів, що знаочергуються. Вимірювання граничних кутів підйому насіння проводилось на стенді для експериментів, на якому встановлена площа з системою електродів, що знаочергуються. Вимірювання кута нахилу площини, що коливається, проводилось за допомогою рівневого кутоміру з похибкою не більше 0,002.

Результати вимірювань розмірів, маси і коефіцієнта тертя насіння використовувались для аналізу можливостей очищення. По даним вимірювань будувались варіаційні криві, які дають уявлення про можливості сепарації насіння. Виділити насіння основної культури без втрати менше 10 % по будь-якому зі згаданих ознак важко, внаслідок малої різниці між середніми значеннями ознак і великого розмаху варіювання.

Анализ варіаційних кривих граничних кутів підйому насіння при напрузі 3 кВ (рис.4) показав, що сепарація на площині, що коливається, в електричному полі буде ефективною, з втратою у відході не більше 5 % насіння, в основному неповноцінних.

В четвертому розділі приведені результати експериментального дослідження процесу сепарації насіння на площині, що коливається, в електричному полі. Експериментальні дослідження проводились на стенді, що містить з'єднану з генератором механічних коливань площину з системою електродів, що знаочергуються (рис.5).

Живлення на систему електродів подавалось від трансформатора типу ТТ-1020 через автотрансформатор РНО-250.

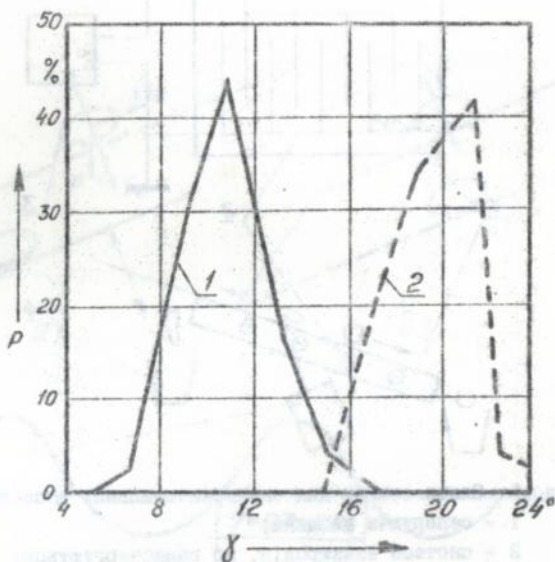


Рис. 4. Варіаційні криві розподілу насіння по граничному куту підйому:

- 1 - лещерна;
- 2 - бодяк.

Синхронізація подачі напруги на електродну систему з частотою коливань сепаруючої площини реалізована за допомогою синхронізатора-переризача, встановленого в колі живлення автотрансформатора.

На насіння, що знаходиться в полі системи електродів, що значочергуються, діє електрична сила, направлена в бік електродної системи. Чим менше поперечні розміри частки, тим ближче вона до електродів - тим більша по значенню електрична сила діє на неї.

Так як площина здійснює спрямовані зворотньо-поступальні коливання, то при русі її вгору, насіння, притиснуте електричною силою до площини, рухається разом з нею вгору. При переміщенні в зворотньому напрямку площина виходить з-під насіння.

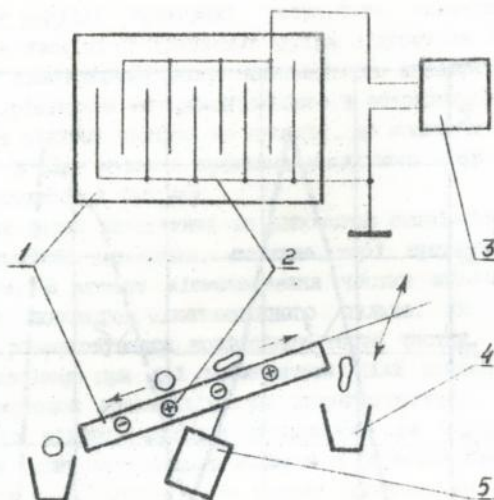


Рис.6. Схема стану для експериментальних досліджень:

- 1 - сепаруюча площина;
- 2 - система електродів, що знаочергуються;
- 3 - джерело напруги;
- 4 - приймачі фракцій;
- 5 - генератор механічних коливань.

Таким чином насіння переміщується в напрямку підйому площини, при чому швидкість переміщення визначається перш за все властивостями поверхні насіння.

Накладення електричного поля дозволяє включити в сукупність ознак розділення, крім фізико-механічних, ще й електричні властивості насіння.

Однак необхідно приймати до уваги, що дія на насіння електричної сили на протязі всього періоду коливань площини, не призводить до росту швидкості переміщення, а при великому значенні електричної сили, коли вона діє безперервно, насіння може припинити рух.

Встановлено, що для ефективного використання переваг застосування електричної сили необхідна синхронізація дії її в часі з дією механічних сил (рис.6).

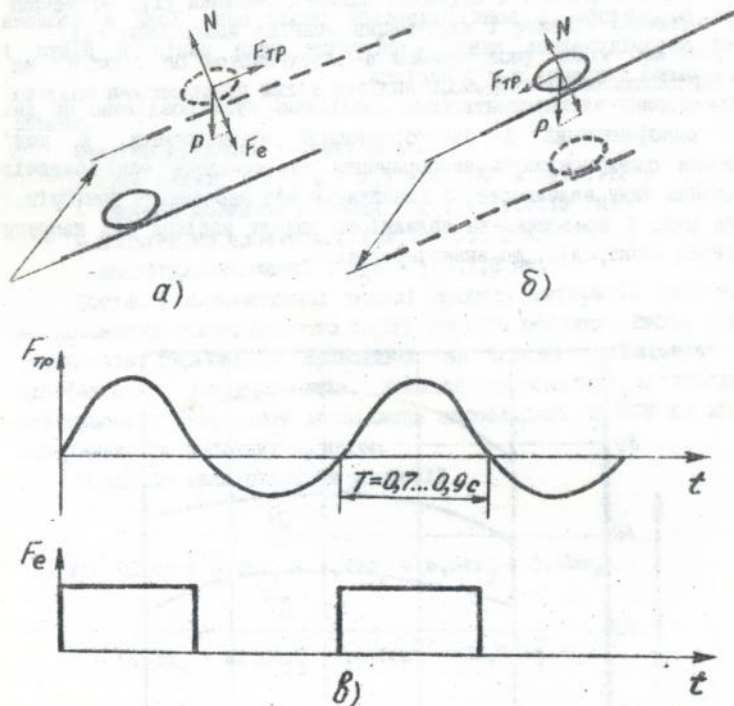


Рис. 6. Синхронізація дії механічних і електричних сил при сепарації насіння на площині, що коливається, в електричному полі:

- а - схема сил при русі площини вгору;
- б - схема сил при русі площини вниз;
- в - зміна в часі сили тертя і електричної сили.

Суть синхронізації механічних і електричних сил полягає в тому, що напруга на електроди подається тільки під час руху вгору площини, що коливається. При цьому електрична сила притискує насіння до площини і вони рухаються разом нею. Коли ж площина починає переміщуватись вниз, електрична сила закінчує діяти і площина легко виходить з-під насіння.

Проведення експериментальних досліджень було розділено на два етапи: однофакторний і багатфакторний експерименти. В ході проведення однофакторного експеримента вирішувались такі задачі: дослідження виду залежностей і визначення меж варьвання факторів.

За рис. 7 представлена залежність виходу насіння від напруги на системі електродів, що значочергуються.

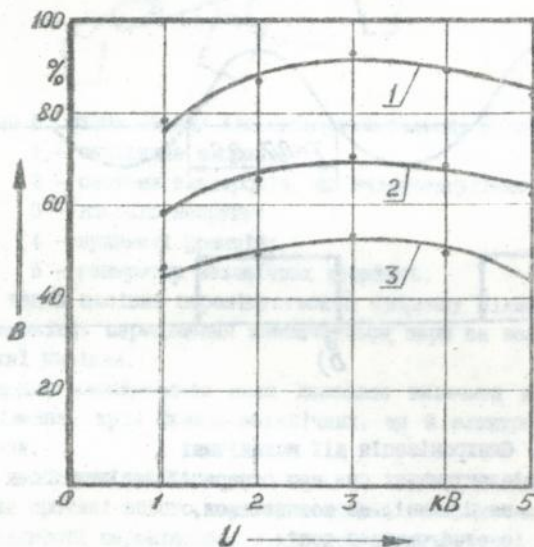


Рис.7. Залежність виходу насіння від напруги на системі електродів, що значочергуються.

Має місце закономірне зростання кривих до напруги 3,4 кВ. При більшому значенні напруги має місце деяке зниження кривих, внаслідок того, що при збільшенні значення електричної сили параметри руху насіння основної культури і засмічувача зближуються.

Для визначення значень параметрів і режимів очищення насіння на площині, що коливається, в електричному полі, при яких досягється максимальний вихід насіння проведено багатофакторний експеримент.

Фактори мінялись в таких межах:

- кути нахилу (x_1) і (x_2) - 2...6° и 11...15°;
- частота коливань площини (x_3) - 11...13 Гц;
- напруга на електродах (x_4) - 1...5 кВ;
- амплітуда коливань (x_5) - 1...1,8 мм.

Побудова математичної моделі процесу сепарації здійснювалася за допомогою трьохрівневого плану другого порядку. Вибір рівнів та інтервалів варьвання проводився на основі проведених раніше однофакторних експериментів. Досліди проводились в трьохкратній повторності. Результати досліджень оброблялись на ЕОМ за допомогою спеціально розроблених програм.

Отримано таке рівняння регресії

$$\begin{aligned}
 Y = & 93,83 + 0,26x_1 + 1,29x_2 + 5,04x_3 + 3,18x_4 - \\
 & - 0,93x_5 - 22,01x_1^2 - 15,08x_2^2 - 25,58x_3^2 - \\
 & - 10,71x_4^2 - 2,14x_5^2 + 0,63x_1x_2 + 0,08x_1x_3 + \\
 & + 0,53x_1x_4 - 0,09x_1x_5 + 0,17x_2x_3 + 0,91x_2x_4 + \\
 & + 0,19x_2x_5 + 0,95x_3x_4 + 0,17x_3x_5 - 0,26x_4x_5.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

Рівняння (5) показує, що найбільший вплив на функцію відгуку (вихід насіння) чинить напруга на електродах (x_4).

Перевірка значимості коефіцієнтів регресії проводилась по критерію Стюдента. З використанням критерія Фішера встановлена адекватність отриманої математичної моделі.

Аналіз поверхні відгуку за допомогою двомірних перерізів дозволив визначити область максимальних значень функції відгуку на площинах, утворених двома факторами.

Максимальне значення виходу насіння лещерни досягається при кутах нахилу - 13,02 і 4,38°; частоті коливань - 12,1 Гц; напрузі на електродах - 3,29 кВ; амплітуді коливань - 1,31 мм.

В цьому розділі приведені підсумки перевірки результатів досліджень та їх економічна ефективність. Система електродів, що знаочергуються, сепаратора з площиною виготовлена з міжелектродним проміжком 10 мм. Обгрунтовується вказанне значення проміжку тим, що на віддаленні в одну третину міжелектродної відстані по нормалі до площини електродів (в зоні знаходження оброблюваного матеріалу) електрична сила знижується практично до нульового значення.

Використання сепаратора з площиною, що коливається, й накладеним електричним полем в виробничих умовах показало, що забезпечується зниження втрат насіння не менше ніж на 30 %.

Техніко-економічна оцінка ефективності використання сепаратора з площиною, що коливається, й накладеним електричним полем проведена методом приведених витрат. Економічний ефект складає на одну установку 2301 карбованця в рік.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розроблено і обгрунтовано процес сепарації насіння трав на площині, що коливається, в електричному полі для зниження втрат посівного матеріалу при очищенні його від важковідокремлюваних засмічувачів.

2. Запропоновано рівняння для визначення значення електричної сили, що діє на насіння в полі системи електродів, що знаочергуються. Рівняння адекватне по критерію χ^2 -квадрат - 6,86.

3. Встановлено, що при дії електричної сили граничний кут підйому насіння на площині, що коливається, зростає більше ніж на 20 %.

4. При зміні напруги на системі електродів, що знакочергуються, різниця приростів граничних кутів підйому насіння основної культури і засмічувача збільшується до 90 %.

5. Максимальна різниця граничних кутів підйому насіння на площині, що коливається, при дії електричної сили отримана в діапазоні значень кута спрямованості коливань $36...40^{\circ}$.

6. Розроблено спосіб синхронізації механічних і електричних сил, що діють на насіння при сепарації на площині, що коливається, в електричному полі. На запропоноване технічне рішення одержано авторське свідоцтво на винахід (№ 1282902).

7. На основі багатофакторного експерименту вивчено, що найбільша ефективність сепарації досягається при таких значеннях параметрів і режимів: поведовий кут нахилу площини - $13,02^{\circ}$; поперечний кут нахилу площини - $4,38^{\circ}$; частота коливань $\pm 12,1$ Гц; напруга на електродах - 3,29 кВ; амплітуда коливань - 1,31 мм.

8. При сепарації насіння люцерни на площині, що коливається, в електричному полі забезпечується зниження втрат насіння основної культури не менше ніж на 30 %.

9. Економічний ефект від використання сепаратора з площиною, що коливається, й накладеним електричним полем при очищенні насіння люцерни від важковідокремлюваних засмічувачів в цінах 1991 року складає на установку 2301 карбованців в рік.

Основні положення дисертації опубліковані в таких роботах:

1. Мазнев Г.Е., Огурцов В.В. До визначення сил, що діють на частку в неоднорідному електричному полі. - Пр. МІІСГ. "Автоматизація й підвищення якості електрозабезпечення тваринницьких і пташницьких комплексів" - М., 1981, с. 82-85.

2. Міщенко В.І., Огурцов В.В. Переміщення насіння по вибручій поверхні в електричному полі. - Тез. доп. респ. конф. "Удосконалення зональних систем машин й шляхи підвищення продуктивності праці в сільському господарстві". - Київ, 1984, с. 41-42.

3. Міщенко В.І., Огурцов В.В. Визначення електричної сили сепаруючих пристроїв. - Вісник сільськогосподарської науки (Київ), 1985 № 8 с. 82-83.

4. Заїка П.М., Міщенко В.І., Мартиненко А.І., Огурцов В.В. Визначення електричних властивостей насіння. - Тез. доп. респ. конф. "Автоматизація технологічних процесів в тваринництві і рослинництві - важливий фактор реалізації Продовольчої програми СРСР". - Київ, 1985, с. 52.

5. Мазнев Г.Е., А.В.Богомолов, Огурцов В.В. С.В.Задніченко. До визначення пондеромоторних сил, що діють на насіння при електро-вібросепарації. - Пр. МІІСГ "Сільськогосподарські машини - М., 1985, с. 46-49.

6. А.с. № 986503 СРСР, МКИ В 03 С 7/02. Сепаратор сипучих матеріалів. / Заїка П.М., Мазнев Г.Е., Мельник В.І., Огурцов В.В. // Б.В.- 1983, № 1.

7. А.с. № 1228907 ССРСР, МКИ В 03 С 7/02. Сепаратор насіння / Заїка П.М., Мазнев Г.Е., Мельник В.І., Огурцов В.В. // Б.В. - 1986, № 17.

8. А.с. № 1282902 СРСР, МКИ В 03 С 7/02. Спосіб сепарації сипучих матеріалів / Мазнев Г.Е., Огурцов В.В. // Б.В.- 1987, № 2.

Надп.м печ. 4.XI.92. Формат 60 x 84 ІДБ.
Об'єм 1,0 уч.-пед.л. Тираж 100. Заказ 335.

Участок ОП Херківського ГАУ, ЗІ2131, п/д"Комп'ютер-1",
учебний городок.



№ 26.314

AV 26.314