

УДК 631.33

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ РІВНОМІРНОСТІ ВИСІВУ НАСІННЯ ГІДРОСІВАЛКОЮ

Бойко В.Б

Дніпропетровський державний аграрний університет

Приведені результати експериментальних досліджень рівномірності розподілу насіння у пульпі при роботі гідравлічного висівного апарата, доведена необхідність застосування спеціальних регуляторів рівномірності висіву.

The results of experimental researches of equitability seed are resulted in mash during work of hydraulic sowing vehicle; the necessity of application of the special regulators of evenness of sowing is well-proven.

Постановка проблеми

Точність висіву завжди була одним з найважливіших критеріїв якості роботи сівалок і в узвичаєних технологіях повинна забезпечувати оптимальну густоту посівів. У мостовому землеробстві з'являються додаткові вимоги до висівних апаратів, зокрема, необхідність здійснення координатного висіву насіння [1].

Аналіз останніх досліджень

Для реалізації координатного висівного апарата нами було запропоновано спосіб висіву пневматичним вистрілюванням насіння з гідравлічним «зарядженням» ствола – транспортуванням насіння від бункера (бака) до ствола за допомогою рідини – у вигляді пульпи [7]. При теоретичному аналізі роботи пневмогідравлічного висівного апарата [3] було висунуто припущення про імовірнісний характер розподілу насіння у пульпопроводі та введено поняття ступеня неоднорідності пульпи δ_n як відношення максимальної відстані b_{\max} між насінинами у пульпопроводі до мінімальної b_{\min} :

$$\delta_n = b_{\max}/b_{\min} = (b_{cp} + \Delta)/(b_{cp} - \Delta) = (1 + \delta_0)/(1 - \delta_0), \quad (1)$$

де $b_{cp} = (b_{\max} + b_{\min})/2$ – середнє значення відстані між насінинами;

$\Delta = (b_{\max} - b_{\min})/2$ та $\delta_0 = \Delta/b_{cp}$ – абсолютне та відносне відхилення відстані між насінинами від середнього значення, відповідно.

Про наявність суттєвої нерівномірності розподілу насіння у пульпі опосередковано свідчать і результати роботи по створенню гідравлічних висівних апаратів. Так, на міжнародній виставці „Агро-2011” інститут овочівництва і баштанництва (м. Харків) демонстрував гідросівалку для відкритого ґрунту. У рекламному проспекті відзначаються її суттєві переваги над іншими машинами, але відсутні дані по рівномірності розподілу насіння у рядках, що однозначно визначається однорідністю пульпи. Розглянуто також патенти по гідровисіву, метою яких було підвищення недостатньо стабільної рівномірності висіву насіння. Для цього удосконалювалася мішалка для покращення однорідності пульпи (наприклад, [6] або АС СРСР № 1297745) та пропонувалися регулятори витрати пульпи (наприклад, [4, 5]).

Мета роботи

Дослідження впливу конструктивних параметрів та режимів роботи гідравлічного висівного апарата на однорідність пульпи.

Виклад основного матеріалу

Дослідження проводилися на дослідній установці, яка включала натурну модель висівного гідропневматичного апарата [2]. Насіння 2 (рис. 1) з водою поміщається у прозорий циліндричний бак 1, який має клиноподібне заглиблення 3 у нижній частині. Циркуляційний насос (на рис. 1 не показаний) створює потік води у баку, забираючи її через фільтр з верхньої частини бака і подаючи у найнижчу точку клиноподібного заглиблення. При цьому на рівні забірного отвору – входу до пульпопроводу 4 – насіння знаходиться у зваженому стані а концентрація його у воді залежить від швидкості потоку циркуляції. Пульпопровід має прозорий мірний канал 6 з встановленими на ньому фотодатчиками 5, які фіксують проходження насіння 2 (рис. 1б – показано крупним планом), виробляючи на виході прямокутні електричні сигнали.

Вихід фотодатчика підключено до одного з дискретних входів ігрового порта ПЕОМ, стан якого опитується спеціальною програмою, що реєструє моменти зміни рівня напруги на контрольованому вході. Накопичені за час досліду дані (до 2000 пар точок) в кінці досліду записуються у заданий файл у вигляді масиву пар чисел – час початку-кінця (фронту – зрізу) імпульсів фотодатчика. Похибка визначення моменту часу фронту та зрізу імпульсів не перевищує періоду опитування ігрового порта – близько 0,0001 с.

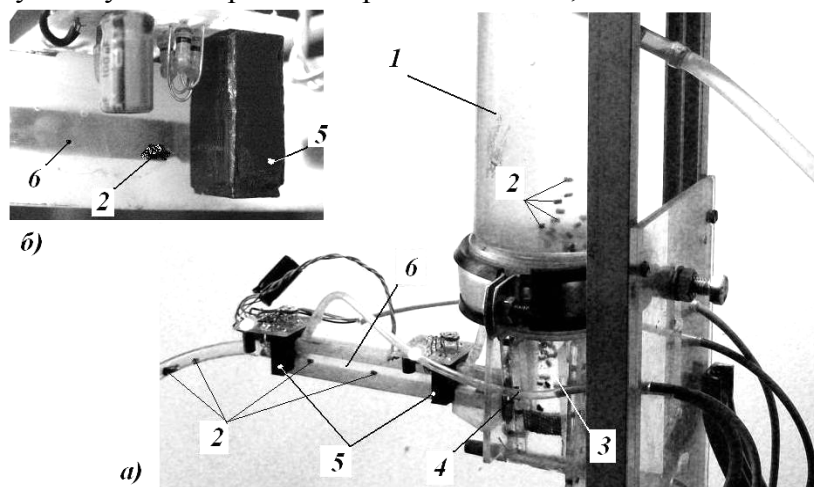


Рис. 1. Реєстрація руху насіння у пульпопроводі:

а) – загальний вигляд моделі висівного гідропневматичного апарата (фрагмент); б) – проходження насіння повз фотодатчик; 1 – прозорий бак; 2 – насіння у потоці води; 3 – заглиблення бака для утворення пульпи і забору насіння; 4 – вхід до пульпопроводу; 5 – фотодатчики; 6 – прозорий мірний канал пульпопроводу

Текст програми для реєстрації імпульсів фотодатчиків через ігровий порт

Программа обработки сигналов с входа 14 игрового порта. Приложение QBasic

CLS: PRINT " Пуск - нажатие любой клавиши. Для остановки нажмите S или s"

DIM A(4, 2000): WS=""

10 WS=INKEY\$: IF WS="" THEN 10

```
A(0,1)=TIMER: T1$=TIMES: I=1: K=0
20 C=STRIG(3): GOSUB 40 'опрос вывода 14 игрового порта
    IF C=-1 THEN : A(1,I)=K: GOTO 30 ELSE GOTO 20
30 E=STRIG(3): GOSUB 40: IF C=E THEN GOTO 30
A(2,I)=K: PRINT I; " NI="; A(1,I); " KI="; A(2,I): I=I+1: GOTO 20
40 D$=INKEY$: IF D$="S" OR D$="s" THEN 50
    IF I>1999 THEN : PRINT "КОЛИЧЕСТВО ТОЧЕК ПРЕВЫШАЕТ 1999": GOTO 50
    K=K+1: RETURN
50 A(0,2)=TIMER: T2$=TIMES: CDEL=(A(0,2)-A(0,1))/K
    LINE INPUT "Сохранить данные? (Y/y) ", X$
    IF X$="Y" OR X$="y" THEN GOTO 70 ELSE GOTO 100
70 LINE INPUT "Введите имя файла (не более 4-х символов): ", V$
    INPUT "Объем пульпы за опыт, мл: ", VPO
    OPEN "OGLF.DAT" FOR APPEND AS #2
    WRITE #2, V$+".dat"
    CLOSE #2
    OPEN V$+".dat" FOR OUTPUT AS #1
    WRITE #1, DATES$+" ВРЕМЯ НАЧАЛА ОПЫТА - "+T1$: L=1
80 FOR M=1 TO I-1 'Запись начала и конца импульса по входу 14 в 1/10000 с
    PRINT #1, USING "#####. #####. #####. "; M; A(1,M)*CDEL*10000; A(2,M)*CDEL*10000
    NEXT M
    PRINT #1, 0: PRINT #1, VPO
    WRITE #1, "ВРЕМЯ ОКОНЧАНИЯ ОПЫТА - "+T2$+" Конец записи в файл - "+TIMES$
90 CLOSE #1: PRINT " - Программа выполнена. "
100 END
```

Такий підхід до форми збереження результатів дозволяє оперативно накопичувати первинну інформацію, яку потім можна обробляти за будь-яким алгоритмом. Час досліду при пропусканні 200 мл пульпи (180...450 насінин) в залежності від режиму роботи висівного апарата становив 25...55 с. Проста програма дозволяє виконати попередню обробку результатів:

1. Перевірити дані на відсутність помилок і виключити їх при наявності (*помилки можуть виникати при нерівномірному або надто щільному рухові насіння, при недопустимо великих розривах між насінинами*).

2. Визначити середню за дослід швидкість пульпи у пульпопроводі (м/с) та середню об'ємну концентрацію (1/мл) насіння (*для цього необхідно вимірювати об'єм витраченої за дослід пульпи, наприклад, зливаючи її у мензурку; час досліду та кількість насінин реєструються автоматично*).

3. Визначити мінімальне та максимальне значення відстані та широту розподілу відстаней між насінинами у пульпопроводі як випадкової величини (*цей процес здійснюється порівнянням елементів у процесі перебору*).

4. Виконати сортування відстаней між насінинами по заданій кількості інтервалів розподілення (*здійснюється порівнянням значення елементів накопиченого за дослід масиву зі значенням інтервалу у процесі перебору*).

5. Визначити вірогідності виникнення інтервалів, середнього значення відстані за дослід, медіани розподілення та всі моди полімодального розподілення.
6. Побудувати гістограму розподілення вірогідності виникнення інтервалів між насінинами у координатах «інтервал (мм) – вірогідність виникнення (%)» (рис. 2а).
7. Підрахувати середнє квадратичне відхилення та дисперсію розподілення.
8. Обчислити ступінь неоднорідності пульпи δ_n за залежністю (1).
9. Провести усереднення результатів декількох дослідів шляхом об'єднання первинних даних.
10. Підготувати дані для їх передачі і наступної обробки загалом визнаними програмами високого рівня, наприклад, Excel. Результат графічного представлення даних, оброблених програмою Excel, зображено на рис. 2б.

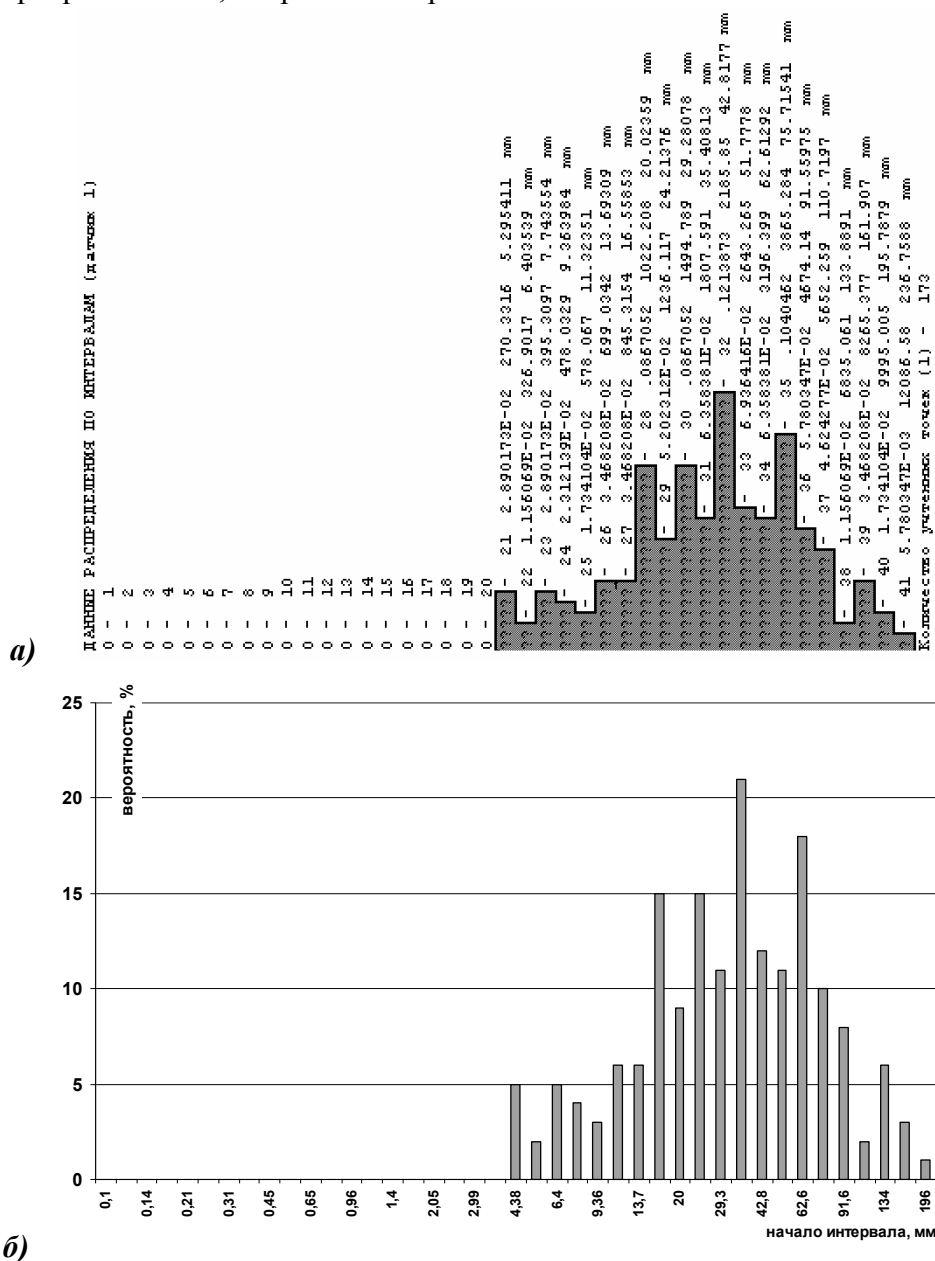


Рис. 2. Зразки представлення гістограм, побудованих:
а) – програмою попереднього обробітку даних; б) – програмою Excel.

Фільтр налаштований на відсів імпульсів, тривалістю менше 0.0005 с. Гістограми побудовані в логарифмічній шкалі інтервалів $x = 1.209^n$, (n – порядковий номер інтервалу, кількість інтервалів $n = 40$). Всього точок – 174; об’єм пульпи – 200 мл; об’ємна концентрація насіння – 0.87 1/мл; швидкість руху насіння (пульпи) у пульпопроводі – 0.1959 м/с; середньостатистична відстань між насінинами у пульпопроводі – 48.1 мм; ступінь неоднорідності пульпи $\delta_n = 44.71$; широта розподілення – 206.6 мм; медіана розподілення – 37.3 мм знаходиться у інтервалі № 32; дисперсія становить 650879.8 мм².

За даною методикою були проведені дослідження впливу конструктивних факторів – місця подачі витискної води, місця забору пульпи, геометричних розмірів заглиблення бака 3 (рис. 1), – та режимів роботи висівного апарата – тиску наддуву, концентрації насіння у пульпі, інтенсивності перемішування пульпи у місці забору – на статистичні показники, зокрема на ступінь неоднорідності пульпи у пульпопроводі.

Одержані результати показують наявність залежностей між режимами роботи та конструктивними параметрами висівного апарата і ступінню неоднорідності пульпи, від якої буде залежати точність роботи гідравлічного висівного апарата. Аналіз результатів експериментальних досліджень дозволяє зробити наступні узагальнення.

Висновки

1. Розроблена методика експериментальних досліджень відповідає умовам проведення експериментів і дозволяє оперативно накопичувати і обробляти первинні експериментальні дані.

2. У будь-яких дослідах спостерігалася наявність суттєвого статистичного розподілу інтервалів між насінинами у пульпопроводі, аналогічних представленому на рис. 2. Це дозволяє стверджувати, що впливаючи на конструктивні та технологічні параметри забезпечити ідеальну рівномірність висіву гідравлічним висівним апаратом принципово неможливо.

3. Одержані результати свідчать про те, що гідравлічний висівний апарат необхідно доповнювати засобами дозування, здатними поштучно контролювати подачу насіння.

Література

1. Бойко В.Б., Улексін В.О. Сівалка для мостового землеробства / Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія „Механізація та автоматизація виробничих процесів” Випуск 9(15). – Суми: СНАУ, 2006. С. 154...158.
2. Бойко В.Б., Брижа М.Р., Улексін В.О. Дослідження гідропневматичного висівного апарата / Геотехническая механика: Межведомственный сборник научных трудов: выпуск 75. – Днепропетровск: ИГТМ им. Н.С.Полякова НАН Украины, 2008. С.214...218
3. Улексін В.О. Обґрунтування параметрів висівного апарата для мостового землеробства / Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія „Механізація та автоматизація виробничих процесів” Випуск 9(15). – Суми: СНАУ, 2006. С. 78...85.
4. Гідравлічний висівний апарат. Патент України № 13999 А01С7/00. Бюл. № 3. 2000.
5. Гідравлічний висівний апарат. Патент України № 82281 А01С7/00. Бюл. № 6. 2008.
6. Гідросівалка для висіву пророщеного насіння. Патент України № 58353 А01С7/16. Бюл. № 7. 2011.
7. Спосіб координатного гідропневматичного висіву насіння та пристрій для його реалізації. Патент України UA № 90998 А01С7/04. Бюл. № 12, 2010.