

УДК 631.331

*А.В. Рудь, кандидат технічних наук, професор,
Ю.Ф. Павельчук, кандидат технічних наук, в. о. доцента,
І.О. Мошенко, в. о. доцента ПДАТУ*

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИСІВНИХ АПАРАТІВ ДЛЯ СІВБИ СОЇ

Викладено теоретичні дослідження залежностей розрахунку основних технологічних параметрів висівних апаратів котушкового типу для сівби сої. Наведено основні формули для розрахунків технологічних параметрів та рекомендації щодо їх впровадження у проектування посівних машин.

Ключові слова: дослідження, параметри, висівний апарат, конструкція, соя, насіння, норма висіву, швидкість руху агрегату.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Вирощування сої є одним із перспективних напрямів розвитку агропромислового комплексу України. Проблема збільшення обсягів виробництва сої стоїть особливо гостро, оскільки ця культура є однією з головних джерел розвитку кормової бази сільськогосподарського виробництва.

Одним із напрямів підвищення врожайності сої є вдосконалення процесу її сівби, що забезпечить рівномірне розташування насіння в ґрунті, оптимальне для розвитку рослин і догляду за посівами.

Рівень механізації вирощування сої порівняно високий, проте посівні машини, що випускаються промисловістю, не завжди забезпечують її висів у чіткій відповідності з сучасними агротехнічними вимогами. Це призводить до зайвої перевитрати насіння, погіршення якості посіву і, як наслідок, зниження врожайності. Тому питання про розробку нових конструкцій висівних апаратів і сівалок, які призначені для сівби сої, є актуальним і перспективним в умовах сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми. Значний внесок у дослідженні висівних апаратів для висіву сільськогосподарських культур і сої зокрема зробили такі вчені: О.М. Семенов [1], Е.В. Веверс [2], В.Р. Вільямс, Є.Л. Ревякін, С.В. Кардашевський [3, 4], В.І. Свешніков [5], П.В. Сисолін [6], Д.Г. Войтюк [7], В.О. Белодєдов [8], Б.Ж. Чойжелсанов [9] та багато інших. Ними розроблені конструкції принципово нових висівних апаратів і проведені теоретичні та експериментальні випробування як в лабораторних, так і в польових умовах. Однак використання та впровадження цих даних можливе за умови їх ретельного теоретичного аналізу на предмет придатності до впровадження у процесі проектування посівних машин.

Мета статті: дослідити теоретичні залежності розрахунку основних робочих органів сівалок, зокрема висівних апаратів та обґрунтувати їх раціональне практичне використання під час прийняття інженерних рішень.

Виклад основного матеріалу дослідження. Наукові дослідження підтверджують, що найвищий врожай сої можна досягти при оптимальній кількості рослин на квадратному метрі до моменту збирання. Тому дуже важливо висівати оптимальну норму насіння сої з врахуванням польової схожості, пошкодження сільськогосподарськими шкідниками і хворобами та під час боронування і міжрядного обробітку. Підвищення врожайності сої вимагає поліпшення культури землеробства, родючості ґрунтів та оптимального розміщення насіння в горизонтальній і вертикальній площинах.

Е.В. Веверс [2] під час дослідження процесу висіву насіння цукрових буряків і розподілу рослин прийшов до висновку про те, що умовно весь процес висіву можна поділити на два етапи:

- а) перший – утворення висівним апаратом вихідного потоку насіння;
- б) другий – перетворення цього потоку під час руху насіння від точки викидання до місця розташування на дні борозни.

С.В. Кардашевський, Є.Л. Ревякін [3, 4] процес висіву розділяють на три етапи:

- а) перший – винесення насіння висівним апаратом;
- б) другий – транспортування насіння до дна борозни;
- в) третій – вкладання насіння на дно борозни і його фіксація.

Перетворення вихідного потоку насіння, сформованого висівним апаратом, пропонується охарактеризувати безрозмірним параметром [2]

$$\xi_k = \frac{\sigma_{\Delta k}}{t}, \quad (1)$$

де ξ_k – степінь перетворення вихідного потоку;

$\sigma_{\Delta k}$ – середнє квадратичне відхилення насіння під час падіння;

t – середня відстань між насінням.

Як відомо, висів насіння залежить від робочої довжини котушки висівного апарата, тому практично буде виявлення залежності між робочою довжиною котушки, нормою висіву насіння сої і робочою швидкістю руху агрегату. О.М. Семенов [1] подає залежність робочої довжини котушки від норми висіву і робочої швидкості агрегату при сівбі зернових культур виразом

$$l = \frac{6Q_H L_M V_a - \eta_L n_{кат}}{\phi_L n_{кат}}, \quad (2)$$

де Q_H – норма висіву насіння, кг/га;

L_M – ширина міжрядь, м;

$n_{кат}$ – число обертів котушки висівного апарата за секунду;

η_L, ϕ_L – емпіричні коефіцієнти, які враховують норму висіву насіння і робочу довжину котушки висівного апарата;

V_a – робоча швидкість руху сівалки, км/год.

Академік В.Р. Вільямс наголошував, що чинниками, які визначають норму висіву насіння, є: вид і різновид рослини; природно-кліматичні особливості, характерні для даної місцевості і характерні для періоду вегетації сільськогосподарської культури (метеорологічні умови); характер природного і штучного стану ґрунту та вплив погодних умов; якість насіння і сорт; мета вирощування даної рослини; спосіб сівби; глибина загортання насіння; час сівби. Норми висіву безпосередньо пов'язані з рівномірністю розподілу насіння по площі живлення.

Вдосконалення технології сівби вимагає точнішого визначення та розрахунку норми висіву насіння, залежно від його якості, для забезпечення найкращих умов розвитку рослин і зниження витрат посівного матеріалу.

В.І. Свешніков [5] отримав залежність робочої довжини котушки від оптимальної кількості рослин до моменту збирання та ширини міжряддя

$$l = \frac{\pi D N_{opt} L_M}{10^4 a i k k_s k_d (a - b V_a)} + \frac{b}{a}, \quad (3)$$

де D – діаметр ходового колеса;

N_{opt} – оптимальна кількість рослин на період збирання;

L_M – ширина міжрядь;

i – відношення робочої швидкості руху сівалки до колової швидкості котушки висівного апарата;

a, b – емпіричні коефіцієнти;

k – коефіцієнт досходового боронування і боронування після появи сходів та міжрядного обробітку рослин ($k = 0,5 \dots 0,7$);

k_d – коефіцієнт, що враховує проковзування ходових коліс;

k_s – коефіцієнт, що враховує пошкодження насіння сої;

V_a – робоча швидкість руху посівного агрегату.

Оптимальна кількість висіяного насіння сої і середня відстань між насіннями залежить від якості заповнення жолобків котушки висівного апарата, пошкодження насіння і проковзування ходових коліс сівалки. Тоді середня відстань між насінням сої, з врахуванням коефіцієнта заповнення, проковзування ходових коліс сівалки і пошкодження насіння буде становити

$$A = \frac{\pi D}{n i k_s \lambda k_d}, \quad (4)$$

де n – кількість насіння сої висіяного за один оберт котушки висівного апарата;

A – коефіцієнт, що враховує заповнення жолобків робочої частини котушки.

Б.Ж. Чойжелсанов [9] у своїй роботі з сівби зернових культур доводить, що насіння пшениці по довжині розподіляється за законом Пуассона.

В.І. Свешніков довів, що насіння сої по довжині розподіляється згідно закону Пуассона і в результаті 30% насіння розташовується в ґрунті по довжині рядка згідно агротехнічних вимог. Природно, що такий розподіл насіння для проростання і нормального розподілу сої є недостатнім, а тому необхідні подальші дослідження щодо розробки досконаліших висівних апаратів соєвих сівалок.

На глибину загортання насіння сої дисковими сошниками впливає безліч випадкових чинників: механічний склад ґрунту, мікрорельєф поля, фізико-механічні властивості насіння сої, коливання системи сошник-повідок, швидкість руху посівного агрегату і так далі. Через випадкові чинники відбувається відхилення заробки насіння від заданої глибини, отже, зменшується вірогідність попадання усього насіння сої на задану глибину сівби.

В.І. Свешніков [5] вивів формулу, згідно з якою за законом нормального розподілу насіння сої по глибині середня глибина загортання насіння дорівнює математичному сподіванню. Максимальна ймовірність попадання насіння сої на задану глибину сівби може бути визначена за формулою:

$$P(\chi) = 2\hat{O}(\chi)\left(\frac{1}{\sigma}\right), \quad (5)$$

де $P(\chi)$ – функція попадання насіння на певну ділянку;

$\hat{O}(\chi)$ – стандартна функція розподілу насіння;

σ – середньоквадратичне відхилення.

О.М. Семенов [1] запропонував формулу, за якою можна визначати продуктивність посівного агрегату:

$$W = 0,1 \delta B \varphi V \lambda T, \quad (6)$$

де δ – коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату сівалки;

B – робоча ширина захвату агрегату, м;

φ – коефіцієнт використання швидкості руху;

V – теоретична швидкість руху агрегату, км/год.;

λ – коефіцієнт використання часу роботи;

T – час роботи, год.;

0,1 – коефіцієнт розмірності.

Якщо відомі дійсні значення (робочі елементи) продуктивності, то формула (6) матиме вигляд

$$W = 0,1 B_{\text{дй}} V_{\text{дй}} T_{\text{дй}}. \quad (7)$$

В.І. Свешніков [5] запропонував формулу для визначення продуктивності посівного агрегату з врахуванням всього циклу роботи, включаючи час роботи, холостих заїздів, технічних зупинок, технічних відказів трактора, зчіпки і сівалок та простою агрегату із-за технічних несправностей у такому вигляді:

$$W = \frac{0,1 N_{kp} V_a}{k_0 (r + q V_a)} \frac{1 - \left[\frac{B T_c}{L_M T_{NI}} + \frac{T_I}{T_{CI}} + \frac{T_{OI}}{T_{CI}} \right]}{1 + \left[\frac{r(aB + b)}{V_x L_P} + 0,1 T_{TC} H V \right] V_a}, \quad (8)$$

де W – продуктивність посівного агрегату, га/год.;

T_{CI} – час зміни, год.;

T_I – час простою із-за несправностей, год.;

V_a – робоча швидкість руху посівного агрегату, км/год.;

r – радіус ходових коліс, м;

B – робоча ширина захвату агрегату, м;

T_c – час технічного огляду одного сошника, год.;

L_M – ширина міжрядь, м;

a, b – емпіричні коефіцієнти;

- L_p – довжина одного робочого ходу, м;
 V_x – швидкість руху посівного агрегату на холостих заїздах, км/год.;
 T_{TC} – час на одну технічну зупинку, год.;
 T_{TO} – час на технічне обслуговування, год.;
 q – експлуатаційна маса трактора, кг;
 H – амортизація трактора;
 V – об'єм насінневих ящиків, т;
 k_o – величина, що не залежить від швидкості руху агрегату;
 $N_{кр}$ – кількість насіння, яке висівається на одному погонному метрі рядка, шт.

Висновки. На основі теоретичних досліджень виявлено, що теоретичні залежності для розрахунку основних технологічних параметрів робочих органів сівалок з висівними апаратами катушкового типу, зокрема проаналізовані формули, досить складні і громіздкі для розрахунків, тому виникає необхідність стосовно продовження досліджень теоретичного обґрунтування цих параметрів науковцями та дослідниками в галузі сільськогосподарського машинобудування з метою подальшого їх запровадження у проектування посівних машин.

Список використаних джерел

1. Семенов А.Н. Зерновые сеялки / А.Н. Семенов. – М.: Машгиз, 1959. – 315 с.
2. Веверс Э.В. Экспериментальное исследование процесса посева сахарной свеклы сеялками однозернового посева / Э.В. Веверс // Труды Латв. НИИМЭСХа. – Рига, Звайзгне, 1969. – С. 33-83.
3. Кардашевский С.В. Высевающие устройства посевных машин (Теоретические основы и модели исследования равномерности распределения семян) / С.В. Кардашевский. – М.: Машиностроение, 1973. – 175 с.
4. Кардашевский С.В. Теоретические основы оценки равномерности распределения семян при однозерновом посеве / С.В. Кардашевский, Е.Л. Ревякин. – М.: ЦНИИЕЭИ, 1970. – 41 с.
5. Свешников, В.И. Исследование работы агрегатов при посеве сои на повышенных скоростях: автореф. дис... канд. техн. наук / В.И. Свешников. - Благовещенск, 1974. – 23 с.
6. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи конструкція, проектування: Підруч. для студент вищ. навч. закл. із спец. „Машини та облад. с.-г. вир-ва” / За ред. М.І. Черновола. Кн.1. Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.
7. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Т. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
8. Сошник для широкополосного посева: А.с. № 517283 (СССР) / В.А. Белодедов, А.В. Рудь, Т.М. Белодедова. – Опубликовано в Б.И., 1976, № 22.
9. Чойжелсанов Б.Ж. Исследование оптимальных параметров посевного агрегата при широкорядно-пунктирном посеве кукурузы (в условиях зоны Южного Урала): автореф. дис... канд. техн. наук / Б.Ж. Чойжелсанов – Челябинск, 1967. – 31 с.

Аннотація. *Изложены теоретические исследования зависимостей расчета основных технологических параметров высевающих аппаратов катушечного типа для посева сои. Приведены основные формулы для расчета технологических параметров и рекомендации по их внедрению в проектирование посевных машин.*

Ключевые слова: *исследование, параметры, высевающий аппарат, конструкция, соя, семена, норма высева, скорость движения агрегата.*

Annotation. *In the article theoretical researches of dependences of calculation of basic technological parameters of sowing vehicles of spool-type type are expounded for sowing of soy. Basic formulas are resulted for the calculation of technological parameters and recommendation on their introduction in planning of sowing machines.*

Keywords: *research, parameters, sowing vehicle, construction, soy, seed, norm of sowing, rate of movement of asm.*