

Шифр: «Технологія».

Покращення якісних і енергетичних показників роботи сівалок

План

Анотація

1. Обґрунтування моделі формування ґрунтового шару для насіння.
2. Фактори і параметри технологічного процесу роботи сошників, які впливають на якісні і енергетичні показники їх роботи.
3. Загальні положення будови моделей процесів взаємодії сошників з ґрунтом щодо обґрунтування їх параметрів.
4. Вплив параметрів наральникових сошників на технологічний процес взаємодії їх з ґрунтом.
 - 4.1. Обґрунтування форми і параметрів лобової поверхні сошників, які впливають на технологічний процес.
 - 4.2. Обґрунтування параметрів наральника і їх вплив на якісні і енергетичні показники роботи сошників.

Висновки

Література

Анотація

Актуальність. Україна входить в першу десятку зерносіючих і зерноекспортуючих країн світу. Тому проблемі виробництва зерна постійно приділяється особлива увага. Виробництво зерна в першу чергу залежить від якості сівби.

Дана робота направлена на покращення якісних і енергетичних показників роботи сівалок, що підвищує ефективність технологічного процесу сівби. Це все підкреслює беззаперечну актуальність представленої наукової роботи.

Мета. Метою наукової роботи являється підвищення ефективності технологічного процесу сівби сільськогосподарських культур за рахунок удосконалення конструкції зароблюючих органів сівалок, які виконані на підставі проведених наукових досліджень.

Завдання. Для виконання даної роботи в завдання входило: проведення аналізу сучасних конструкцій сошників, їх роботи і виявлення недоліків у виконанні ними технологічного процесу; визначення основних параметрів сошників, які більш суттєво впливають на якісні енергетичні показники роботи; вибір методики досліджень.

Методика. При виконанні даної роботи застосовано фізичне і математичне моделювання з використанням диференційного рішення задач, а також методів найменших квадратів.

На основі співставлення аналізу і експериментальних досліджень застосованих сошників були виявлені недоліки в їх роботі. Це дозволило встановити зв'язок між параметрами сошників і операціями технологічного процесу.

Загальна характеристика роботи. На підставі літературних даних щодо роботи сівалок, аналізу наукових досліджень з удосконалення існуючих робочих органів сівалок, вибрана актуальна тема даної наукової роботи.

Робота направлена на підвищення ефективності технологічного процесу сівби сільськогосподарських культур на підставі удосконалення конструкції начальникових сошників, застосування яких підвищує якісні показники і знижує енергоємність технологічного процесу .

На ці показники в основному впливають лобова поверхня, а також форма і параметри наральникових сошників.

В роботі проведені дослідження чотирьох форм лобових поверхонь і наральників, проведено аналіз одержаних результатів і дані рекомендації щодо вибору сошників з оптимальними параметрами цих конструктивних елементів.

В результаті проведення досліджень вдалося обґрунтувати сошник з комбінованим наральником, який не має аналогів у світі і суттєво підвищує ефективність технологічного процесу сівби за рахунок удосконалення борозноутворення і покращення якості заробки насіння у ґрунті, а саме: рівномірності розміщення насіння вдовж рядка і по глибині, створення оптимальних умов проростання насіння і розвитку культурних рослин, що підвищує польову схожість, якість і дружність сходів, а, в підсумку, і врожайність до 10%.

1. Обґрунтування моделі формування ґрунтового шару під насіння.

Сівба займає провідне місце в системі агротехнічних дій. Від їх проведення залежить якість сходів, розвиток і врожайність. Висока схожість- не тільки боротьба за оптимальні витрати посівного матеріалу, а й за дружні, рівномірні і здорові сходи [1-2]. Будь який вплив на ґрунт, в тому числі і на посів, це, в першу чергу, вплив на зміну щільності, в нашому випадку щільності посівного шару ґрунту.

Щільність – характеристика ґрунту, з якою функціонально пов'язані майже всі її фізичні параметри. Щільність є функцією структури і мікроструктури, механічного складу ґрунту, вмісту в ній гумусу і т.п.[3-4].

На думку А.В. Дружченко [5] збільшення польової схожості при ущільненні ґрунту відбувається за рахунок покращення гідротермічного режиму, контакту насіння з ґрунтом, що призводить до швидкого набрякання насіння і до скорочення терміну «посів-сходи». Щоправда, вплив ущільнення на водний режим ґрунту добре відображається лише при її низькій вологості. Так, за даними А.В. Дружченко при вологості ґрунту нижче 20-22% ущільнення сприяє збереженню вологи при засусі. Якщо ж кількість вологи в ґрунті 23-25% ущільнення знижує вологість шару під засів.

І.У. Палімпсестов [6] дав всебічну оцінку підготовки ґрунту до посіву. Він відмітив, що ґрунт для посіву повинен бути підготовлений так, щоб він після сівби мав визначену щільність.

Щільність необхідна, як для правильного проростання зерна, так і для успішного росту насіння. Але він також попереджав, що користуватися котком потрібно вміло. І.У. Палімпсестов був першим вченим, який писав про необхідність знати величину оптимальної щільності ґрунту. На його думку: «Загадка обробки землі полягає в досить дивній комбінації. Земля повинна бути оброблена так, щоб була рихлою, але разом з цим і щільною».

Не всі вчені звертають увагу на те, що значний вплив на проростання насіння і розвиток культурних рослин має не лише щільність ґрунту, але і її структурний стан.

Під структурою ґрунту розуміють об'єднаність протилежностей, або агрегатів, різних по величині, формі, міцності і зв'язності. Структура є одним із головних факторів її родючості. В ґрунті з заданою структурою створюються оптимальні умови водного, повітряного і теплового режимів, які, в свою чергу, обумовлюють розвиток мікробіологічної життєдіяльності, мобілізацію і доступність необхідних речовин для росту рослин.

За даними цих дослідів одним із основних факторів схожості насіння є: для посівного шару – вологість, для кореневого – вологість і щільність, для росткового – структурний склад.

Підхід дослідників до диференціації посівного горизонту є новим напрямком в агрономічній науці і, на нашу думку, є домінуючим. Саме це і буде основою для удосконалення зароблюючих робочих органів сівалок.

Нажаль, дослідження по рекомендації формування насіннєвого горизонту з`явилися близько 50 років тому, але до сих пір інженерами і конструкторами не були використані.

2. Фактори і параметри технологічного процесу сошників, які впливають на якість їх роботи

Якість роботи сошників характеризується повнотою дотримання агротехнічних вимог.

Сучасні вимоги до сошників можна сформулювати наступним чином:

- формування борозни для насіння з ущільненим ложе і шершавою його поверхнею. При цьому не вивертати на лицьову поверхню нижні вологі шари ґрунту, щоб не осушувати її;
- засіяне насіння повинне рівномірно розподілятися по ущільненому ложе, по площі і в заданому одно-сантиметровому горизонтальному шарі;
- закривати насіння вологим ущільненим в оптимальних умовах ґрунтом;
- протиерозійні сошники повинні на поверхні поля залишати більш крупні протиерозійно стійкі ґрунтові часточки.

Під час руху в ґрунті формується певний профіль борозни, створюється певна шершавість дна. Сошник стійко рухається або відбувається ковзання і помітні імпульсивні рухи в поздовжньо - вертикальній площині. На всі ці вищевказані операції впливають форма і параметри лобової поверхні сошника і, зокрема, значний вплив на технологічний процес здійснює передній кут (кут атаки), форма і параметри його опорної площині, діюча сила тяжіння.

Шаршавість поверхні ложа під насіння формується при наявності гребінки на опорній площині і її параметрами. На формування борозни впливає ширина сошника.

Рівномірність розподілу насіння в ґрунті залежить від процесу борозноформування, яке, в свою чергу, є функцією параметрів сошника. При класичному косому зрізі щік обсіпання ґрунту формує під сошником нахилену поверхню, і на цій поверхні розподіляється насіння з нерівномірним розподілом по глибині.

На стійкість ходу сошника впливає кут входження сошника в ґрунт, розмір опорної площини, а також сила тяжіння. Наші дослідження показали, що більш стійко рухаються в ґрунті наральникові сошники з прямим кутом входження або з комбінованим наральником, який включає тупий і гострий кут входження. Встановлено, що наявність опорної площини в сошниках забезпечує їх стійку роботу в порівнянні з тими, у яких вона відсутня.

3. Побудова моделей процесів взаємодії сошників з ґрунтом щодо обґрунтування їх параметрів

Засновник землеробної механіки і науки про сільськогосподарські машини, академік В. П. Горячкін створив класичну теорію клина, яку використовують під час моделювання процесу роботи плужних корпусів та сошників.

Т. М. Гологурський, взявши за основу виду деформації ґрунту зсув і, використавши принцип Мора про співзбіжність поверхні перелому і тертя, отримав вираз для визначення кута тертя при роботі структурного змінника в мокрому піску.

В досліджах інших авторів [8 – 10] отримані наступні залежності для визначення кута нахилу площини ковзання :

$$\psi_1 = 90 - (\alpha + \varphi); \psi_1 = 90 - \frac{\alpha + \varphi + \varphi'}{2}; \psi_1 = 45 - \frac{\varphi'}{2}; \quad (2)$$

де φ - кут зовнішнього тертя ґрунту по робочій поверхні варіативного змінника;

φ' - кут внутрішнього тертя ґрунту;

α - кут нахилу варіативного змінника.

Аналіз виразу (2) дозволяє зробити висновок, що кути нахилу площини сколювання мають деяку відміну по значенням. Це пов'язано з тим, що ґрунт виступає багатокомпонентним середовищем, з постійно змінними характеристиками. В розглянутих роботах були зроблені припущення відповідно до моделі ґрунтового середовища.

Підтвердженням цьому є результати дослідів Г. Н. Синєокого [11]: у важкому суглинистому чорноземі низької вологості з відхиленням від нормалі на 38% кут зовнішнього тертя дорівнює 23°. На середньо-суглинистому ґрунті при куті відхилення в 28° кут зовнішнього тертя знаходиться в межах 22°... 25°.

Наральникові сошники, з точки зору взаємодії їх з ґрунтом з впевненістю можна розглядати як двогранний клин.

Академік В. П. Горячкін [12] в теорії плуга зазначив, що засіб праці повинен відповідати на два запитання:

- яку форму повинен мати робочий орган для найбільш якісної роботи?;
- які повинні бути розміри і положення його складових частин для найбільш зручного керування ними при найменш можливих витратах праці?

До сошників, як до робочих органів, які не лише вносять насіння в ґрунт, але і взаємодіють з ґрунтом, ставиться задача дослідити їх геометрію, як по формі, так і по розмірах.

4. Вплив параметрів наральникових сошників на технологічний процес взаємодії їх з ґрунтом

4.1. Вплив форми і параметрів лобової поверхні сошників на технологічний процес.

Лобова поверхня сошника характеризується формою і поперечним розміром. В поздовжньо – поперечному розрізі будь-яка поверхня може бути у вигляді клину, дуги окружності, параболоїдної, клиноподібної з паралельними і збіжними боковими щоками, а також будь-якої з вищевказаних поверхонь з вертикально розміщеним ножем (рис. 1 а, б, в, г).

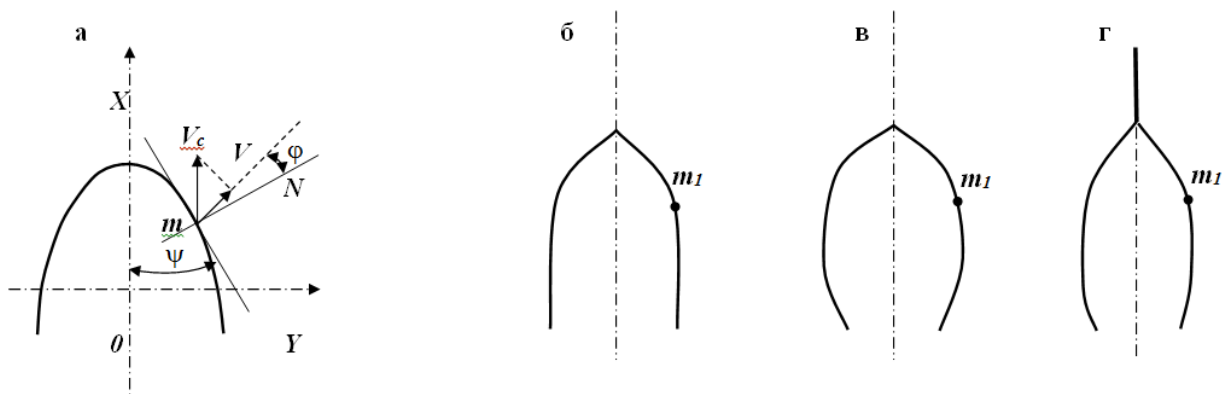


Рис. 1 а, б, в, г Схеми лобових поверхонь сошника

Лобова поверхня сошника впливає на кут входження в ґрунт, відкидання його і на енергетичні показники. Критерієм оптимізації взаємодії цього елемента сошника є забезпечення надійного входження в ґрунт. Головним є його рух по глибині, мінімальне відкидання ґрунту і опір руху сошника.

Окремі питання борозноутворення вдало вирішені багатьма вченими. Дію ж клину на ґрунтові часточки вперше розглянуто академіком В. А. Желіговським [13]. Докладному вивченню закономірностей борозноутворення при роботі сошників присвячені роботи М.Х.

Пігулевського [14] та А.Н. Семенова [15], які носять експериментальний характер. Ці досліді розглядають залежності висоти відкосу ґрунту від відстані між щоками сошника і кутом їх нахилу.

Але процес обсіпання ґрунту і закладення насіння можливий лише за присутності біля борозни певного об'єму ґрунту, сформованого в результаті відкидання та її зміщення. Збільшення відкидання ґрунту сошником здійснює негативний вплив не лише на її структуру, але і на якість закладення насіння.

В даній роботі розглянемо сошники, які в поперечному розрізі уявляють параболу, клиноподібноокруглу поверхню. Причому, в вершині ця поверхня має форму клина, грані якої плавно переходять в округлу поверхню. Третя форма – клиновиднокругла із загнутими кінцями щік в середину сошника. Четверта форма відрізняється від попередніх тим, що спереду по середині вертикально встановлений ніж.

Для аналізу процесу відкидання ґрунту сошником розглянемо політ частинки. Рівняння руху часточок будуть мати наступний вигляд :

$$x = V_0 t \cos \alpha, \quad (3)$$

$$y = V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}, \quad (4)$$

де V_0 - початкова швидкість руху частки;

α - кут нахилу вектора початкової швидкості до горизонту;

t - час руху частки;

g - прискорення вільного падіння.

Із рівняння (3) знаходимо параметр t :

$$t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}. \quad (5)$$

Підставивши значення t (5) в формулу (4), знаходимо рівняння траєкторії в загальному вигляді:

$$y = xt g \alpha - x^2 \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}. \quad (6)$$

Для знаходження максимальної висоти підйому частки, знаходимо екстремальне значення Y .

$$\frac{dy}{dx} = \frac{dy}{dt} \frac{dt}{dx},$$

але, так як $\frac{dt}{dx} \neq 0$,

тоді прирівнюємо до нуля похідної :

$$\frac{dy}{dt} = V_0 \sin \alpha - gt = 0. \quad (7)$$

Із рівності (7) визначаємо значення параметра t , при якому y досягає екстремального значення

$$t = \frac{V_0 \sin \alpha}{g}. \quad (8)$$

Підставивши вираз (8) в рівняння (4) отримаємо :

$$h = y_{\max} = \frac{1}{2} \frac{V_0^2 \sin^2 \alpha}{g} \quad (9)$$

В останньому рівнянні V_0 і g постійні величини. Отже, висота траєкторії польоту частки залежить від кута α , що так само від кута нахилу щік сошника до горизонту. При α який наближається до $\frac{\pi}{2}$, h росте.

Для знаходження абсциси S , при якій частинка m досягає найвищого положення, значення (8), відповідне цьому моменту, підставимо в рівняння (3) :

$$x = S = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{2g}. \quad (10)$$

Прирівнявши до нуля рівняння (6) знайдемо дальність польоту частинки по горизонталі:

$$x \cdot \operatorname{tg} \alpha - x^2 \frac{g}{2V_0^2 \cos^2 \alpha} = 0;$$

звідси:

$$x_1 = 0, \quad (11)$$

$$x_2 = l = \frac{V_0^2 \sin 2\alpha}{g}, \quad (12)$$

В нашому випадку x_1 відповідає початковому моменту польоту, x_2 визначає дальність польоту частинки по горизонталі.

Початкова швидкість польоту частинки є величиною постійною для конкретної конструкції сошника. Із змінами параметрів сошника змінюється і швидкість польоту ґрунтових часток.

В сошнику на ділянці з поверхнею у вигляді двохгранної плоскої швидкість відкидання ґрунтових часток знаходимо за виразом:

$$V_0 = V_c \sin(\beta + \varphi), \quad (13)$$

де V_c – поступальна швидкість сошника;

β - половина кута розходження лобових граней;

φ – кут зовнішнього тертя по сошнику.

Із виразу (13) слідує, що швидкість відкидання ґрунтових часток залежить від поступальної швидкості сошника, кута розходження граней сошника і від фрикційних властивостей ґрунту, що характеризується кутом зовнішнього тертя φ . З цього можна зробити висновок, що швидкість відкидання ґрунтових часток на всій його відстані плоскої грані буде постійною.

Швидкість відкидання ґрунтових часток досягає максимуму при $\beta + \varphi = \frac{\pi}{2}$. Ця умова відповідає не робочій моделі технологічного процесу, ґрунт буде відкидатися сошником вперед з утворенням загального валу. Він буде формуватися спереду сошника і з'ясується, що він не придатний для праці.

При моделюванні процесу взаємодії сошників з ґрунтом можна оцінити проекцію вектора швидкості V з параболічною лобовою поверхнею за виразом:

$$V = V_c \sin(\psi + \varphi), \quad (14)$$

де ψ - кут між дотичною до лобової поверхні і повздовжньою віссю сошника.

В сошнику з комбінованою лобовою поверхнею (другий вид), яка поєднує клин і дугу, швидкість відкидання ґрунту визначається: на ділянці плоских граней за виразом (13), а на криволінійній ділянці швидкість визначається по формулі (14). Підставивши (13) і (14) в рівняння (12) отримаємо функціональну залежність дальності польоту ґрунтових часток від конструктивних та режимних параметрів сошника.

Для сошників на ділянці з клиноподібною поверхнею:

$$l = \frac{V_c^2 \sin^2(\beta + \varphi) \sin 2\alpha}{g}. \quad (15)$$

Для сошників на ділянці з криволінійною лобовою поверхнею:

$$l = \frac{V_c^2 \sin^2(\psi + \varphi) \sin 2\alpha}{g}. \quad (16)$$

Останні два рівняння показують, що дальність відкидання ґрунту залежить від поступальної швидкості сошника, кута розходження граней, радіуса кривизни лобової поверхні, їх нахилу до горизонту і від фізико-механічних властивостей ґрунту. Із збільшенням цих параметрів дальність відкидання ґрунту збільшується.

В сошниках з лобовою поверхнею в поперечному розрізі, який має вигляд округлої форми, швидкість відкидання ґрунтових часток знаходимо рівністю (14). З цього виразу видно, що швидкість відкидання залежить від поступальної швидкості сошника, кутів зовнішнього тертя φ і ψ , тобто від місця контакту ґрунтових часток з лобовою поверхнею. В цьому випадку боковий ґрунтовий валик, без сумніву, буде розташований близько від

борозни, ближче, ніж після проходження сошника з поперечним перерізом у вигляді клиноподібної форми.

При $\psi = \frac{\pi}{2}$, швидкість відкидання, а відповідно і дальність

будуть максимальними.

Так як кут ψ при будь-якому радіусі кривизни лобової поверхні змінюється в однакових межах, то стає зрозумілим, що радіус кривизни не впливає на швидкість польоту ґрунтових часток, а також і на дальність відкидання ґрунту. Але чим ширше сошник, тим більший поперечний розмір борозни і гірші умови закладення насіння ґрунтом. Енергетичні показники зростають із збільшенням ширини сошника. Тому при виборі сошника необхідно зменшити його ширину. Нижньою межею розміру ширини сошника є прохідність в ній насіння. Перед деформатором, який має округлу поверхню, тиск в різних точках залежить від їхнього положення та геометричних розмірів робочого органу.

Аналізуючи роботу цієї моделі можна зробити висновок, що вона має ряд позитивних та негативних характеристик.

Позитивним є те, що на кінцях ділянки контакту тиск дорівнює нулю, завдяки чому спостерігається мінімальне відкидання ґрунту в сторони від осьової лінії борозни, що сприяє кращому обсипанню і закладенню насіння на задану глибину.

До негативних показників слід віднести присутність максимального тиску в центрі деформатора, але без концентрації тиску в центрі, як в попередній моделі. Отже, такий деформатор гірше входить в ґрунт, більш відкидає її попереду себе. Це супроводжується формуванням ґрунтового валика попереду робочого органу і збільшенням тягового опору.

Експериментальні сошники з параболічною, клиновидно-округлою лобовою поверхнею являють собою в поперечному розрізі проміжну форму між двогранною поверхнею і дугою кола. З цього слідує, що лобова

параболічна поверхня включає в себе елементи клина в передній частині і овальні бокові щоки.

Тому і швидкість відкидання ґрунтових часток сошниками з параболічною поверхнею в вершині клина і поблизу неї на ділянках плоских граней знаходимо за виразом (13), а боковими щоками - по формулі (14).

Наші дослідження показали, що сошники з параболічною лобовою поверхнею по якості формування борозни кращі, в порівнянні з двогранною клиновидною і округлою поверхнями.

Сошник з параболічною лобовою поверхнею буде краще заглиблюватися в ґрунт, ніж з округлою поверхнею. В цьому випадку буде спостерігатися незначне відкидання ґрунту по сторонам від осьової борозни, що, в свою чергу, буде покращувати обсіпання ґрунту і закладення насіння на задану глибину.

Сошники з клиновидно-округлою поверхнею, які являють собою поєднання грані у вершині клину, що плавно переходить в округлу поверхню, мають наступну характеристику: дальність відкидання ґрунту буде визначатися в вершині кута граней лобової поверхні по формулі (15), а на ділянці дуги по формулі (16).

Особливістю такого поєднання поверхонь є те, що клин, утворений плоскими гранями сошника краще заглиблюється в ґрунт, на меншу відстань відкидає ґрунт вперед, що знижує енергетичні затрати.

Дальність відкидання ґрунту, яка взаємодіє з робочою поверхнею на криволінійній ділянці не постійна, вона зменшується по мірі віддалення точки дотику від осьової лінії.

Тиск спереду клиновидно-округлого деформатора буде мати наступну ілюстрацію. Так як у вершині деформатора є клин, грані якого плавно переходять в криволінійні ділянки лобової поверхні, то в середині буде спостерігатися концентрація тиску, що буде сприяти кращому заглибленню робочого органу в ґрунт.

Грунтові частки, які контактують з робочою поверхнею (рис.1,б) починаючи з точки m_1 будуть частково направлятися по ходу руху сошника за рахунок сили тертя. Частинки, які не контактують з робочою поверхнею в районі точки m_1 , будуть знаходитись в стані спокою.

Отже, під час роботи сошника з такою лобовою поверхнею ґрунтовий валик буде укладатися поряд з борозною. Це буде створювати кращі умови для обсіпання ґрунту в борозну і закладення насіння на задану глибину.

Особливістю робочих поверхонь (рис.1,в,г) є те, що їх бокові щоки мають кути із знаком «мінус» ψ , вони збігаються в середину сошника. Таке розташування щік сошника повністю виключає відкидання ґрунту по сторонам збіжними їх частинами.

При роботі такої моделі, починаючи від точки m_1 , ґрунт починає обсіпатися в борозну під дією поперечної складової швидкості переміщення сошника. Цьому сприяє прискорення руху сошника по ходу сівалки. Такий процес обсіпання ґрунту в борозну сприяє більш повній закладці насіння на задану глибину і знижує енергетичні показники сошника.

Для дослідження залежностей енергетичних показників сошника від його параметрів розглянемо деякі закономірності, які впливають на його опір руху в ґрунті.

При русі сошника с клиновидною лобовою поверхнею на нього діє сила опору його заглиблення в ґрунт P_n , нормальний тиск ґрунту на лобову поверхню сошника N_1 і на бокові стінки N_2 .

Згідно схеми (рис.2) складемо рівняння сил, які діють на сошник із сторони ґрунту:

$$P_0 = P_n + 2fN_2 + 2N_1 \sin \frac{\beta}{2} + 2fN_1 \cos \frac{\beta}{2}, \quad (17)$$

де P_n – сила опору заглиблення сошника в ґрунт;

N_1 и N_2 – сили тиску ґрунту відповідно на грані лобової поверхні і бокові щоки сошника;

f – коефіцієнт тертя ґрунту по сталі.

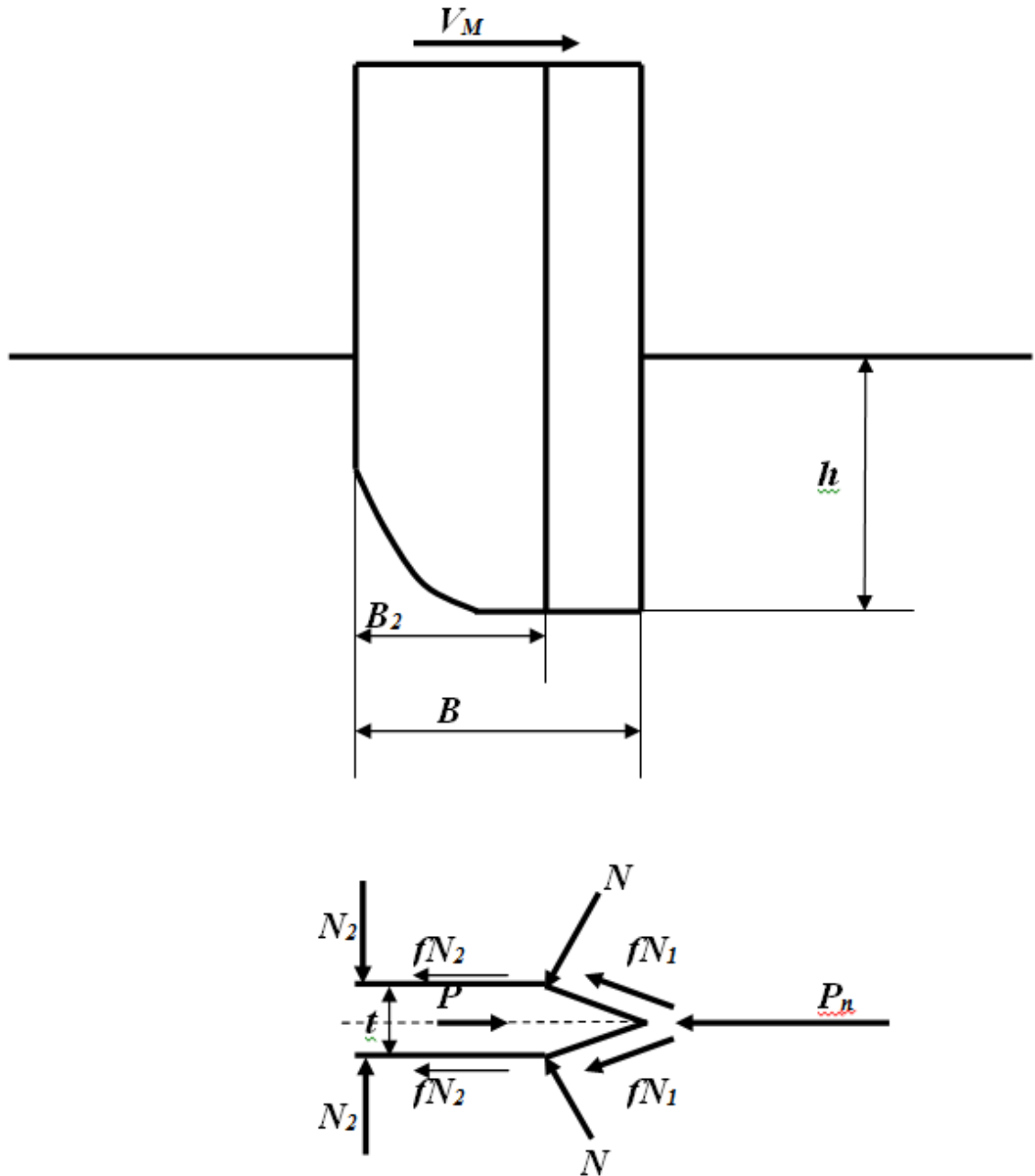


Рис. 2. Схема взаємодії сошника з ґрунтом.

$$P_n = P_{y0}h, \quad (18)$$

де P_{y0} – удільний опір заглиблення сошника в ґрунт;

h – глибина ходу сошника.

$$N_1 = P_c b_1 h, \quad (19)$$

де P_c – удільний опір зтиску;

b_1 – ширина грані лобової поверхні сошника.

$$N_2 = P_c b_2 h, \quad (20)$$

де b_2 – відстань щоки сошника.

Підставивши вирази (18; 19; 20) в (17), отримаємо:

$$P_0 = P_{yd} h + 2fP_c b_2 h + 2P_c b_1 h \sin \frac{\beta}{2} + 2fP_c b_1 h \cos \frac{\beta}{2}. \quad (21)$$

На основі останньої рівності можна зробити висновок, що зусилля, витрачене на рух сошника в ґрунті, є функцією параметрів (кута розходження граней лобової поверхні, ширини сошника и відстані його щік); глибини ходу сошника h ; фізико-механічних властивостей ґрунту, від яких залежить удільний опір входженню сошника в ґрунт P_{yd} і удільний опір зтисканню P_c .

4.2. Вплив параметрів наральника на якісні і енергетичні показники роботи сошників

Критерієм оптимізації взаємодії наральника з ґрунтом виступає надійність його входження, стійкість руху в поздовжньо - вертикальній площині, відсутність виносу на поверхню вологих ґрунтових шарів. Не менш важливим фактором виступає мінімальне відкидання ґрунту і опір руху сошника.

Всі сошники ковзання, рухаючись в ґрунті, розкривають борозну наральниками.

А.В. Павлов, В.И. Корабельский, В.Н. Данченко [19] вивчаючи наральники відмічали, що від розміщення кромки заглиблення в просторі і від її форми в повній мірі залежить характер роботи сошника в цілому.

На заглиблення сошника в ґрунт впливає форма і параметри наральника і лобової поверхні, форма і параметри його опорної площини,

кут нахилу щік до горизонту і до продольної осі. Важливими факторами вважається сила тяжіння сошника і стан ґрунту.

Із вище вказаних параметрів сошника на нашу думку (що співпадають з думкою цілого ряду авторів) переважна роль належить наральнику. Він характеризується кутом входження в ґрунт (переднім кутом), формою фігури в поперечному розрізі і шириною.

Аналізуючи роботу сошників і результати попередніх досліджень, слід відмітити, що використана форма наральника, на наш погляд, іще не являється оптимальною. Тому в справжній роботі робилася спроба розробити найбільш ефективну форму наральника сошника. При цьому планується взяти позитивні характеристики і відкинути недоліки існуючих типів.

В нашій праці дослідили наральник, який має елементи тупого й гострого кутів входження в ґрунт (рис.3).

Як видно з аналізу взаємодії цього сошника з ґрунтом, що реакція ґрунту на нижню частину наральника направлена вверх, а реакція верхнього шару ґрунту на верхню частину наральника з гострим кутом входження в ґрунт направлена вниз. Відповідно, вертикальна складова цих реакцій завдяки направленню в протилежні сторони будуть взаємно протидіяти один одному, що зменшить їхню дію на сошник, а в ідеальному випадку ці складові можуть бути по модулю рівні і їхня взаємодія на сошник буде рівною нулю. В цьому випадку сошник буде стійко рухатися в поздовжньо-вертикальній площині.

Як підтверджує рівняння рівноваги цього сошника в двох варіантах.

Перший, коли R_{cl} и R_n мають однакові знаки:

$$G_c \cdot l_c = R_n \cdot l_n + R_{cl} \cdot l_{cl}. \quad (22)$$

І другий, коли ці сили мають різні знаки:

$$G_c \cdot l_c + R_{cl} \cdot l_{cl} = R_n \cdot l_n. \quad (23)$$

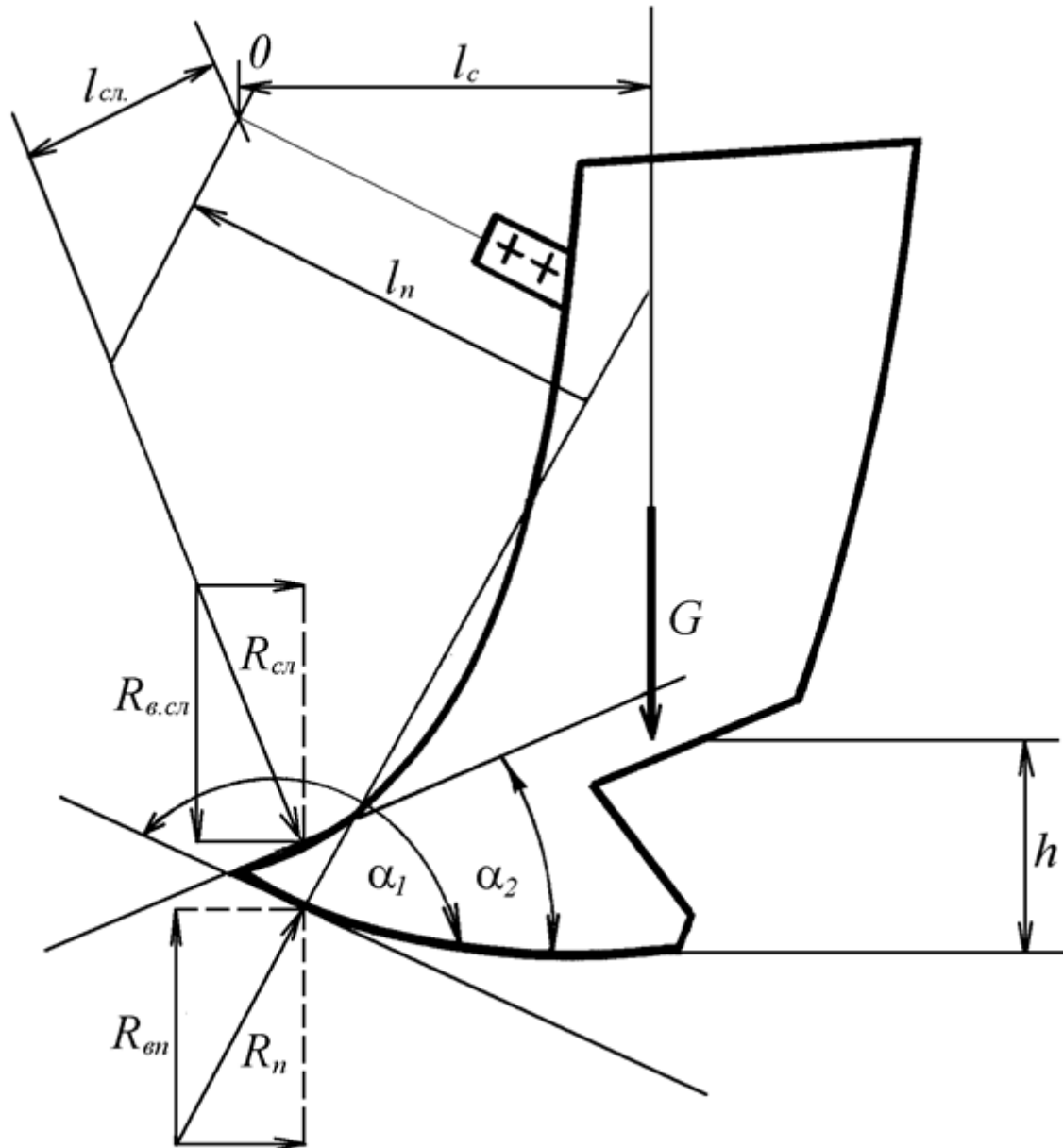


Рис. 3. Схема взаємодії сил сошника з комбінованим наральником і ґрунтом.

Перевага комбінованого наральника в тому, що під час роботи відбувається відкидання в сторону верхнього сухого шару ґрунту, а нижній вологий шар ущільнюється нижньою частиною наральника, який має тупий кут входження в ґрунт.

Під час вибору найбільш ефективної форми дослідили три моделі сошників з комбінованими наральниками.

Для описання криволінійної поверхні цих наральників аналітичними виразами було розглянуто декілька функцій. Числові значення коефіцієнтів, яких знаходили способом найменших квадратів. Встановлено, що для описання профілю наральника сошника №1 найбільш прийнятною буде параболічна залежність

$$y = ax^2 + bx. \quad (24)$$

де коефіцієнти a і b та їх середньоквадратичні відхилення Δa і Δb визначали за формулами [20]:

$$a = \frac{\sum x_i^2 y_i^2 \cdot \sum x_i^2 - \sum x_i y_i \cdot \sum x_i^3}{\sum x_i^4 \cdot \sum x_i^2 - \sum x_i^3 \cdot \sum x_i^3}, \quad (25)$$

$$b = \frac{\sum x_i y_i \cdot \sum x_i^4 - \sum x_i^2 y_i \cdot \sum x_i^3}{\sum x_i^4 \cdot \sum x_i^2 - \sum x_i^3 \cdot \sum x_i^3}, \quad (26)$$

$$\Delta a = \sqrt{\frac{E_i^2}{n-2} \cdot \frac{\sum x_i^4}{\sum x_i^4 \cdot \sum x_i^2 - \sum x_i^3 \cdot \sum x_i^3}}, \quad (27)$$

$$\Delta b = \sqrt{\frac{E_i^2}{n-2} \cdot \frac{\sum x_i^4}{\sum x_i^4 \cdot \sum x_i^2 - \sum x_i^3 \cdot \sum x_i^3}}, \quad (28)$$

де x_i і y_i – координати експериментальних точок на профілі сошника;

E_i – абсолютне відхилення експериментальних значень y_i від розрахованих по формулі (3.24) з коефіцієнтами a і b , знайдених по формулах (25) и (26). Сумування проводимо за числом n експериментальних точок.

Найкращими виявилось наступні значення коефіцієнтів:

$$a = (0,06 \pm 0,01) \text{см}^{-1}, \quad b = 0,21 \pm 0,01.$$

Профіль сошника №2 описується функцією

$$y = \frac{x}{cx + d}, \quad (29)$$

яка була перетворена в лінійну функцію

$$y' = c + dx', \quad (30)$$

заміною $y = \frac{1}{y'}$, $x = \frac{1}{x'}$.

В цьому випадки коефіцієнти c і d та їх середньоквадратичні відхилення Δc і Δd вираховуємо за формулами:

$$c = \frac{\sum x_i'^2 \cdot \sum y_i'^2 - \sum x_i' y_i' \cdot \sum x_i'}{n \cdot \sum x_i'^2 - \sum x_i' \cdot \sum x_i'}, \quad (31)$$

$$d = \frac{n \cdot \sum x_i' y_i' - \sum x_i' y_i'}{n \cdot \sum x_i'^2 - \sum x_i' \cdot \sum x_i'}, \quad (32)$$

$$\Delta c = \sqrt{\frac{E_i^2 \cdot \sum x_i'^2}{(n \cdot \sum x_i'^2 - \sum x_i' \cdot \sum x_i') \cdot (n - 2)}}, \quad (33)$$

$$\Delta d = \sqrt{\frac{E_i^2 \cdot n}{(n \cdot \sum x_i'^2 - \sum x_i' \cdot \sum x_i') \cdot (n - 2)}}. \quad (34)$$

Отримані наступні значення коефіцієнтів: $c = (0,201 \pm 0,005) \text{ см}^{-1}$,
 $d = 0,110 \pm 0,003$.

Що стосується коефіцієнтів сошника №3, то можна подати рівняння його профілю в вигляді (29) або (30) на всьому інтервалі відстані x не вдається, але це досягається за рахунок функції (3.24) при значеннях коефіцієнтів a і b в двох інтервалах:

$$a = (0,0722 \pm 0,01) \text{ см}^{-1}, b = 0,221 \pm 0,02, c = 0,0264 \text{ верхня крива,}$$

$$a = (-0,0287 \pm 0,002) \text{ см}^{-1}, b = -0,540 \pm 0,05, c = 0,010 \text{ нижня крива.}$$

При підготовці експериментальних даних в кожному випадку вибирали по 10 – 12 точок. Сума квадратів відхилень розрахованих значень відповідних функції в порівнянні з експериментальними склала від $0,1 \text{ см}^2$ до $0,3 \text{ см}^2$. Критерієм підгонки по цьому параметру виконували відповідно даним [21].

Підставивши значення коефіцієнтів a , b , c , d в формули (29) і (24) отримаємо остаточні вирази залежностей, які описують криволінійну форму начальникових досліджених сошників [20].

Сошник №1:

$$y = 0,0612x^2 + 0,213x; \quad (35)$$

Сошник №2:

$$y = \frac{x}{0,201x + 0,110} \quad (36)$$

Сошник №3:

$$Y_1 = 0,0722 x^2 + 0,221 x + 0,0264; \quad (37)$$

$$Y_2 = 0,0287 x^2 - 0,540 x + 0,010$$

На основі нашої гіпотези про значимість наральника в технологічному процесі сошника і, в певній мірі, його переднього кута, а також з врахуванням виконаних досліджень і отриманих результатів досліджень других авторів можна зробити висновок, що оптимальним наральником сошника буде комбінований, який знизу має тупий кут входження ґрунт, а зверху – гострий передній кут.

Анкерні сошники з гострим кутом входження мають більший опір, ніж килевидні з тупим кутом входження [21.]

Сошники з прямим кутом входження і з комбінованими наральниками по цьому показнику займають проміжне місце між сошниками попередніх двох типів.

Отже, підсумовуючи результати впливу кута входження сошника в ґрунт і форми наральника, на процес борозно утворення, а також ущільнення ложе для насіння, з урахуванням результатів виконаних досліджень, є передумови зробити такі висновки: всі розглянуті наральники, з різними формами і кутами входження в ґрунт мають право на існування і використання в конкретних умовах експлуатації [22].

Підсумовуючи розгляд даного питання можна зробити висновок, що з точки зору якісної і енергетичної оцінки сошників лобова поверхня начальникових сошників повинна бути клиновидно – округлою. Поперечний розмір сошників рекомендується вибирати мінімально допустимим, який забезпечує вільне проходження насіння в сошнику для висіву максимально рекомендованих норм висіву найбільш крупного насіння.

Для покращення якісних і зниження енергетичних показників роботи сошників форма і параметрів лобової поверхні повинна бути клиновидно-округлою з паралельними щоками, або що сходяться. Це зменшує відкидання ґрунту й опір руху сошників та покращує рівномірність закладки насіння.

Запропоноване нове положення процесу борозно утворення й обсіпання ґрунту завдяки створенню сошника з комбінованим наральником, у результаті роботи якого верхній сухий ґрунтовий шар відкидається в сторони, а у вологому нижньому формується ложе для насіння з оптимальними параметрами по щільності, структурі і вологості, що створює сприятливі умови для проростання і розвитку культурних рослин. При цьому вертикальні складові реакцій ґрунту, прикладені до обох частин наральника, спрямовані в протилежні боки, завдяки чому сошник більш стійко рухається в поздовжньо – вертикальній площині, що забезпечує достатню рівномірність розподілу насіння по глибині. При цьому коефіцієнт варіації поздовжньої нерівномірності розподілу насіння у рядку знижується на 3 – 11%, а по глибині 17 – 38%.

Поєднання в комбінованому наральнику конструктивних елементів з гострим кутом і з тупим кутом виконують позитивні операції технологічного процесу цього сошника.

На відміну від цього ці конструктивні елементи в окремо взятих сошників (гострий кут в анкерному сошнику і тупий кут в килевидному сошнику) виконують негативні операції в технологічному процесі і відмічаються, як недоліки.

Ми не рахуємо це недоліками, а кваліфікуємо, як особливості процесу, визвані конструктивними елементами цих робочих органів.

1. Кулешов Н.Н. Пути к высокой всхожести. (Иркутск). Вост. – сиб. краевое издательство, 1936. – с. 43-46
2. Кулешов Н.Н., Рабинович В.П. Влияние глубины заделки семян на развитие и форму “Корня” свеклы. Харьков. 1925. – 43с.
3. Бахтин П.У. Физико-механические и технологические свойства почвы. – М., 1971. – 126с.
4. Горохов П.В. Некоторые аспекты понятия “твердость почв” применительно к процессу рыхления. // Почвоведение. 1990. - №2. – с. 56-67.
5. Дружченко А.В. – Влияние плотности посевного слоя почвы на ее физические свойства, рост растений и урожай полевых культур на мощном тяжелосуглинистом черноземе Харьковской области. Автореферат кандидатской диссертации. Харьков. 1968. – 21с.
6. Палимпсестов И. Катки (Цели укатывания полей, употребление и устройство катков). В “Сборнике статей о сельском хозяйстве Юга России”. Одесса, 1868. –с. 4-12.
7. Качинский Н.А. Почва, ее свойства и жизнь. – М., 1975. – 146с.
8. Желиговский В.А., Зеленин А.Н. Физические основы теории резания грунтов. Известия АН СССР. Изд. АН СССР №11, М., 1951. – с. 17-21.
9. Верняев О.В. К вопросу о работе лап культиватора. Конструирование и расчет сельскохозяйственных машин. Труды РИСХОМа. Выпуск 15. Изд. Ростовского университета, Ростов-на-Дону. 1962. – с. 46-51.
10. Григорян Ш.М. Исследование рабочих органов культиваторов. Автореферат. Эчмиадзин, 1957. – 23с.
11. Синеоков Г.Н. Деформации возникающие в почве под воздействием клина. Труды Всесоюзного научно-

- исследовательского института сельскохозяйственного машиностроения. ВИСХОМ. Выпуск 33. Машгиз, М., 1962. – с. 115-120.
12. Горячкин В.П. Собрание сочинений, том 1,2,3. Изд-во “Колос”, М., 1965.
 13. Желиговский В.А. Экспериментальная теория резания лезвием. Труды МИМЕСХ, Сельхозгиз, М., 1941. – с. 105-116.
 14. Семенов А.Н. Зерновые сеялки. М. – Киев: Машгиз, 1959. – 381с.
 15. Пигулевский М. Х. Основы и методы экспериментального изучения почвенных деформаций // Теория, конструкция и производство с. - х. машин. Т. II, М. – Л.,: Сельхозиздат, 1936. – с. 421-528.
 16. Морозов И. В. Научное обоснование процесса взаимодействия рабочих органов сеялок с почвой / И. В. Морозов, В. Г. Власенко, Н. Г. Доценко // Научно – виробничий журнал «Техніка і технології АПК» № 10 (жовтень) 2011 – м. Київ, - с.18 – 21.
 17. Морозов И. В. Влияние формы и параметров лобовой поверхности сошников на количество и энергетические показатели их работы // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Вип. 44. Том 2, - Харків, 2006. – с. 162 – 171.
 18. Морозов И.В., Солошенко А.В. К обоснованию отдельных параметров анкерного сошника // Сб. научн. тр. МИИСП, - М., 1980. – с. 79-82.
 19. Павлов А.В., Корабельский В.И., Данченко В.Н. К вопросу геометрического анализа работы сошников скольжения. Тр. МИИСП, Сельскохозяйственные машины, т. XII, вып.1,4. II., - М., 1975. – с. 71-74.

20. Пирятин В.Д. Обработка результатов экспериментальных измерений по способу наименьших квадратов. Часть 1. Изд. ХГУ. – Харьков, 1961. – с. 17-23.
21. Результаты исследований наральниковых сошников. / Морозов И.В., Власенко В.Г., Олумуйива И.Ф. – Киев, 1998. – 7с. – Рус. – Деп. в ГНТБ Украины 27.04.98, №225 – Ук – 98.
22. Морозов И.В. Новые направления совершенствования процесса бороздообразования . Сб. научн. тр. ХГТУСХ, – Харьков, 1997. – с. 186-187.
23. Морозов И.В., Морозов В.И. Эффективность процесса сева. Харьков, 2019. 328 с.