

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Венглівський Ілля Ігорович

УДК 631331

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Підвищення довговічності робочих органів посівних
машин**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Венглівський І.І.

Керівник роботи

Савченко В.М.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2023

АНОТАЦІЯ

Венглівський Ілля Ігорович. Підвищення довговічності робочих органів посівних машин. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Аналіз літературних джерел дозволив встановити, що в даний час зміни умов обробітку зернових культур висувають особливі вимоги до властивостей робочих поверхонь дискових сошників посівних машин. Ефективність використання сівалок знижується як через підвищений зношування дисків при роботі сошників у посушливих умовах, так і через налипання ґрунту при підвищеній його вологості. Для забезпечення працездатності зернових сівалок на ґрунтах різної вологості запропоновано модернізувати властивості робочої поверхні дисків сошників гідрофобним та зносостійким надвисокомолекулярним поліетиленом.

В роботі встановлено, що модернізовані сошники забезпечують необхідну якість робіт при формуванні борозенки та заданої глибини посіву до 86%, на відміну від стандартних сошників, на ґрунтах підвищеної вологості.

Впровадження результатів роботи із забезпечення працездатності дводискових сошників на ґрунтах різної вологості за рахунок модернізації дисків сошників зернової сівалки при середньому обсязі робіт 300 га/рік дозволяє знизити річні експлуатаційні витрати.

Ключові слова: сівалка, зміцнення, сталь, довговічність, надійність.

ANNOTATION

Ilya Igorevich Venglevsky. Increasing the durability of working bodies of sowing machines.. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

The analysis of literature sources has revealed that changes in the conditions of grain cultivation currently place special demands on the properties of the working surfaces of disc coulters of sowing machines. The efficiency of using seeders is reduced both due to increased wear of discs when the coulters operate in dry conditions and due to soil sticking when its moisture content is high. To ensure the performance of grain seeders on soils of different moisture content, it is proposed to upgrade the properties of the working surface of the coulters discs with hydrophobic and wear-resistant ultra-high molecular weight polyethylene.

The study found that the modernised coulters provide the required quality of work when forming a furrow and a given sowing depth of up to 86%, unlike standard coulters, on soils of high moisture content.

Implementation of the results of the work on ensuring the performance of double-disc coulters on soils of different moisture content by upgrading the coulters discs of a grain seeder with an average volume of work of 300 ha/year allows to reduce annual operating costs.

Keywords: seeder, hardening, steel, durability, reliability.

ЗМІСТ

| | |
|--|----|
| ВСТУП..... | 5 |
| РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ПОСІВНИХ МАШИН. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СОШНИКІВ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК..... | 8 |
| РОЗДІЛ 2. ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ДВОДИСКОВОГО СОШНИКА..... | 16 |
| РОЗДІЛ 3. ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ПЕРЕВІРКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МОДЕРНІЗОВАНИХ ДВОДИСКОВИХ СОШНИКІВ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ... | 30 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... | 36 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 37 |

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Нині підвищення ефективності виробництва зернових культур є найважливішим завданням сталого розвитку сільського господарства країни. При збереженні посівних площ одним із факторів, що впливають на кількість і якість продукції, що виробляється, є якісний посів зернових. Продукція, що випускається промисловістю і є в господарствах, прості за конструкцією і надійні в роботі зернові сівалки обладнані дводисковими сошниками, які виконують рядовий і вузькорядний посів. Такі сошники найбільш універсальні, вони підходять для різних типів ґрунту та варіантів якості його підготовки. Задовільно виконують задані агротехнічні вимоги щодо формування борозенки, заданої глибини посіву та загортання насіння за рахунок обсіпання ґрунту зі стінок борозни.

У сучасних умовах при вирощуванні озимих зернових культур виникла низка проблем через різкі зміни клімату. Осіння сівба часто супроводжується спекотною сухою погодою, нерідко за межами оптимальних термінів, а посів здійснюється в висушений ґрунт. Через це в кожному регіоні Півдня понад 10% посівів, що засіваються, вимагають пересіву навесні. Це особливі вимоги до властивостей робочих поверхонь посівних машин, й у першу чергу до сошникам. Огляд досліджень показує, що ресурс дисків сошника становить у середньому 6...17 га, а, за деякими даними, і понад 30 га однією сошник. Великий діапазон ресурсу сошників в першу чергу характеризує різне поєднання періодів роботи при нормальному і підвищеному зносі дисків сошника, залежно від зношування ґрунту в ці періоди. Незважаючи на те, що нормативно-технічною документацією передбачено шість ремонтних розмірів для дискових сошників, у літературі відсутні рекомендації щодо прогнозування їхнього ресурсу в різних умовах експлуатації. Разом з тим, як показав проведений аналіз, втрата працездатності дисків сошника відбувається в основному через зношування їх ріжучої кромки, а також через налипання ґрунту при роботі в умовах підвищеної

вологості. Застосування пластикових покриттів із фторопласту та поліетилену знижують липкість на ґрунтах вологістю 25...30%, але в посушливих умовах такі покриття не працездатні через швидке та інтенсивне зношування. У зв'язку з цим, застосування покриттів з матеріалів, які при низькій адгезії мають високу зносостійкість, наприклад, надвисокомолекулярного поліетилену (НВМПЕ), переважно для роботи дисків сошника. Таким чином, забезпечення працездатності сошників зернових сівалок на ґрунтах різної вологості за рахунок модернізації робочих поверхонь дисків застосуванням НВМПЕ представляє практичний інтерес, а тема кваліфікаційної роботи є актуальною.

Мета роботи – забезпечення працездатності дводискових сошників зернових сівалок на ґрунтах різної вологості.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання:

1. Виявити основні напрями щодо забезпечення працездатності дводискових сошників зернових сівалок на ґрунтах різної вологості.
2. Провести модернізацію дводискового сошника зернової сівалки для роботи на ґрунтах з різною вологістю.

Об'єкт дослідження технологічний процес роботи дводискового сошника зернової сівалки на ґрунтах різної вологості.

Предмет дослідження є закономірності зміни працездатного стану дводискового сошника зернової сівалки на ґрунтах різної вологості.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Борак К.В., Свінціцький В.В., Венглівський І.І. Підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин. Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції “Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2023” 01 – 03 червня 2023 р. Вінниця. [Електронний доступ] : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2023/paper/view/18350>

2. Савченко В.М. Венглівський І.І. Аналіз сошників сівалок для ресурсозберігаючої технології. *Наукові читання–2023: матеріали науково-*

практичної конференції науковопедагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 24-26.

Практичне значення одержаних результатів. Модернізований дводисковий сошник зернової сівалки під час роботи на ґрунтах підвищеної вологості забезпечує можливість раннього проведення посівних робіт порівняно з існуючими сошниками, тим самим знижуючи час його роботи при підвищеному зносі на посушливих ґрунтах.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 19 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 38 сторінок комп'ютерного тексту, містить 19 рисунків.

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ ПОСІВНИХ МАШИН. ПЕРЕВАГИ ТА НЕДОЛІКИ, ЩО ВИЗНАЧАЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ СОШНИКІВ ЗЕРНОВИХ СІВАЛОК

Для систематизації сівалок існує більше десятка різних класифікацій, в основу яких покладено: спосіб посіву, тип висівного апарату, конструкція, вид висівних культур та інші ознаки. Серед такої різноманітності техніки варто відзначити зернові сівалки. З їх допомогою можна засівати пшеницю, жито, овес, кукурудзу та інші культури.

Зернові сівалки бувають універсальними (для висіву насіння різнорідних с.г. культур) і спеціальними (для однорідного насіння), а за способом посіву їх поділяють на рядові, вузькорядні, розкидні та ін. Більшість сівалок одночасно з висівом насіння можуть використовуватися для внесення добрив.

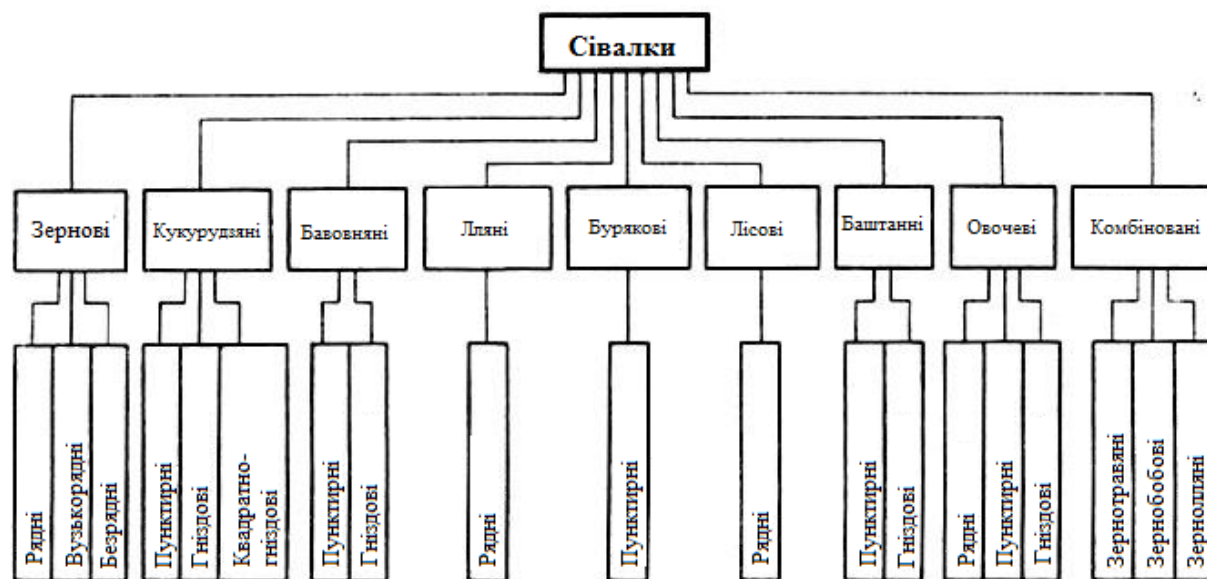


Рис. 1.1. Класифікація посівних машин

В основу класифікації на рис.1.1 покладено принцип, що поєднує вид висівається культури та спосіб розміщення її насіння на полі. Сучасні зернові сівалки здатні виконувати посів у погано оброблений або зовсім необроблений ґрунт. А раціональне використання накопиченої вологи у ґрунті є визначальною умовою роботи посівних машин.

Основними робочими органами зернових сівалок є висівні апарати та сошники. Висівний апарат повинен забезпечувати подачу насіння або добрив при різних швидкостях руху сівалки та рельєфах ґрунту. Дозатори висівних апаратів зернових сівалок бувають механічними, пневматичними та електромагнітними.

Сошники служать для створення у ґрунті борозенки та укладання на її дно насіння та добрив. Від якості їх роботи залежить схожість та подальший розвиток рослин. Всі види сошників (рис. 1.2) повинні створювати однакові борозни заданої глибини, не виносити нижні шари ґрунту на поверхню поля, щоб не було втрати вологи, ущільнювати дно борозни для оновлення капілярів у ґрунті, забезпечувати рівномірний розподіл насіння в борозні, присипаючи їх вологим шаром. .



Рису.1.2. Класифікації сошників сівалок прямої сівби

На перше місце при виборі сівалки виходять її показники як якості висіву, універсальність і простота технічного обслуговування.

Якість роботи сошників зернових сівалок є сукупністю властивостей, що характеризують успішність виконання технологічного процесу в певних умовах посіву. Універсальність обумовлюється можливістю висіву різних зернових культур, використанням сівалки для пересіву, підсіву та підживлення, а також надійністю роботи (збереженням працездатного стану) за змінних умов експлуатації, у тому числі на ґрунтах різної вологості.

Робота сівалок повинна задовольняти всім агротехнічним вимогам, що діють на сьогоднішній день, а також усім вимогам, що пред'являються до системи самої сівалки. Якість посіву та посадки визначається, враховуючи такі

три основні показники, як норма висіву насіння сільськогосподарських культур, глибина їх загортання та ширина стикових міжрядь. Для зернових культур допустимі відхилення від норми посіву дорівнюють 3%, від кроку посадки – 3...4 см, від заданої глибини – 1,5...2 см. Допустиме відхилення ширини стикових міжрядь для суміжних сівалок дорівнює 2 см, для суміжних проходів – 5 см Глибина загортання насіння становить 3...8 см і залежить від якості насіннєвого матеріалу, типу та вологості ґрунту.

При стабільній роботі висівного апарату, працездатність сівалки буде залежати від типу сошника, що використовується. Кожен сошник має певні переваги та недоліки, а також відрізняється за формою утвореної ним борозни. Проведений аналіз конструкцій сошників дозволяє скласти блок-схему, що ґрунтується на особливостях їх роботи та представлена на рисунку 1.3.

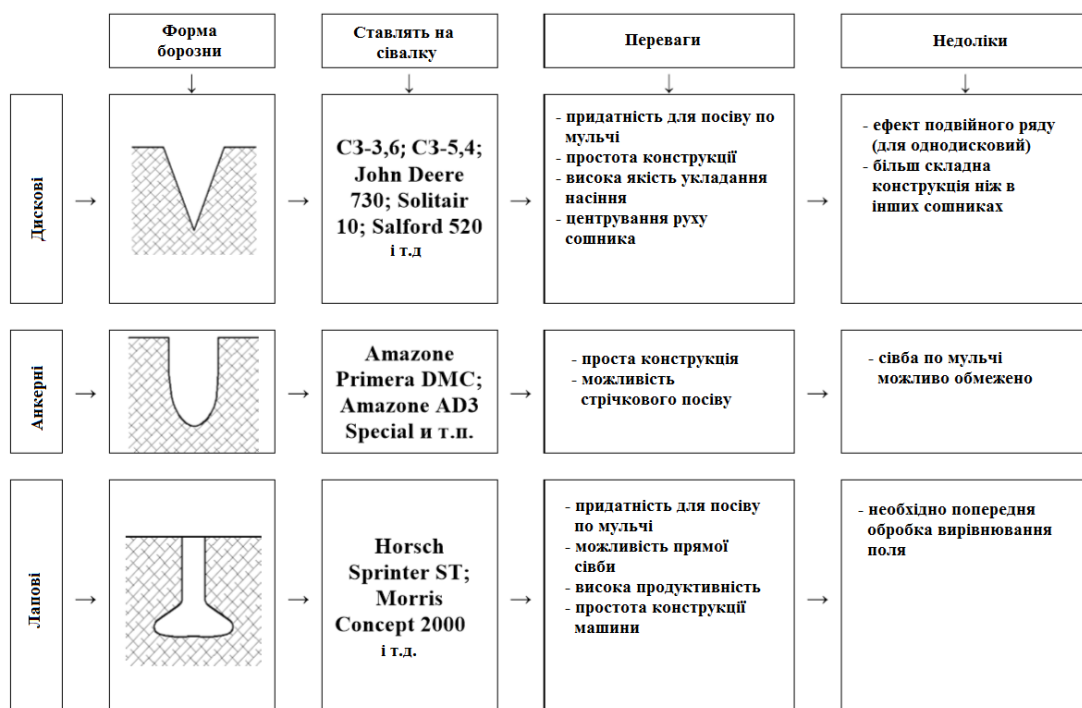


Рис. 1.3. Блок-схема «Особливості роботи сошників»

Блок-схема розкриває особливості роботи виходячи з типу сошника, проте можна сформулювати і загальні вимоги до їх роботи:

- Дотримання постійної глибини посіву;
- формування посівного ложа, укладання насіння та його загортання;
- Забезпечення оптимальної якості при заданій швидкості;

- хороша самоочищення та надійність роботи у мінливих умовах;
- тривалий термін служби та низькі витрати на обслуговування.

Незважаючи на позитивні сторони при експлуатації анкерних і лапових сошників, використовуються вони все рідше і тільки для певних умов роботи, тому близько 85% всіх посівних агрегатів виробники сільгоспмашин постачають з одно- або дводисковими сошниками.

Проведений аналіз показав, що найпоширеніший тип сошників – дисковий. При цьому більшість господарств нашої країни та, зокрема, південних її регіонів використовують для проведення робіт з висіву зернових культур сівалку СЗ-3,6 та її модифікації, сошники якої обладнані дисками з вихідним діаметром 350 мм та товщиною 2,5 мм.

Працездатний стан дводискового сошника зернової сівалки - це його здатність нормально виконувати задані функції в даний момент часу і залежить від наступних параметрів:

- міцність – здатність диска витримувати задані навантаження протягом заданого терміну без порушення працездатності;
- жорсткість – здатність диска витримувати задані навантаження без зміни форми та розмірів;
- зносостійкість – здатність кромки диска чинити опір зношування;
- стійкість до спеціальних впливів – здатність сошника зберігати працездатний стан при прояві спеціальних впливів (налипання ґрунту на диски, корозія та інші).

Непрацездатний стан настає внаслідок відмови. Якщо аналізувати загальні причини порушення працездатності дводискових сошників, виключивши повні та раптові відмови, що вимагають капітального ремонту або заміни робочих органів, можна виділити такі фактори як підвищене зношування ріжучої кромки диска в посушливих умовах і налипання ґрунту на його робочі поверхні при підвищеній вологості.

При цьому дані відмови сприяють підвищенню енергоємності посівних агрегатів та перевитрати палива через збільшення тягового опору сошників. Це відбувається як при розрізанні та зминанні ґрунту затупленою ріжучою кромкою диска, так і при налипанні ґрунту на робочі поверхні сошника через підвищення коефіцієнта внутрішнього тертя ґрунту про ґрунт при роботі на ґрунтах підвищеної вологості. Крім зростання непродуктивних втрат матеріальних ресурсів це призводить до значної варіації глибини обробки ґрунтового шару сошниками, а значить і до порушень глибини загорання насіння, що негативно впливає на їх схожість та подальший розвиток.

Для визначення опору ґрунту зім'яттю застосовується емпірична формула:

$$p = g h \quad (1.1)$$

де p – питомий опір ґрунту зминання, Н/м²;

g – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту, Н/м³;

h – глибина ходу, що дорівнює або трохи більше глибини загорання насіння, м.

Багато вчених вносили до цього рівняння уточнювальні та поправні змінні в залежності від особливостей конструкції та умов експлуатації, що вивчаються дводискових сошників.

Проте при теоретичному дослідженні тягового о ору дводискового сошника за основу прийнято брати вираз визначення загального опору сівалки P , запропонований В.П. Горячкиним:

$$P = f_c G_c + phbn + \epsilon hbnv^2, \quad (1.2)$$

де f_c – сумарний коефіцієнт тертя та перекочування;

G_c - сила тяжкості сівалки, Н;

b – максимальна відстань між дисками лежить на поверхні поля, м;

n – кількість сошників на сівалці, прим;

ϵ – швидкісний коефіцієнт;

v – швидкість руху сошника, м/с.

Використовуючи залежності (1.1), (1.2) та переходячи до тягового опору дводискового сошника окремо від посівного агрегату М.П. Набатяном запропоновано принцип, що враховує сили його опору (R_x , R_y і R_z), по трьом осях x , y , і z , де опір R_x відповідає тяговому опору дводискового сошника і спрямований у бік протилежний його руху:

$$-R_x = 2R_1 \sin \psi \cos \alpha + 2R_2 (\sin \alpha + f \cos \alpha), \quad (1.3)$$

де R_1 - сила опору різання, Н;

ψ – кут застосування сили R_1 у площині диска, град.

α – кут атаки, град.

R_2 – статичні та динамічні нормальні сили, Н.

Використовуючи принципи, закладені у (1.2), А.Є. Сарсенов запропонував визначати тяговий опір удосконаленого (рисунок 1.4) дводискового сошника \vec{R}_c за формулою:

$$\vec{R}_c = 2(\vec{R}_p + \vec{R}_\phi + \vec{F}_{т\phi} + \vec{F}_{дб} + \vec{F}_{тдб}) + \vec{F}_{Nd} + \vec{F}_{тд} + \vec{F}_{Nx} + \vec{F}_{tx} \quad (1.4)$$

де \vec{R}_p – сила опору різання ріжучою кромкою диска, Н;

\vec{R}_ϕ – сила опору зім'яттю фаскою заточеної частини диска, Н;

$\vec{R}_{т\phi}$ – сила тертя заточеної частини фаски, Н;

$\vec{R}_{дб}$ – сила опору ґрунту об бічну поверхню диска, Н;

$\vec{R}_{тдб}$ – сила тертя бічної поверхні диска про ґрунт, Н;

\vec{R}_{Nd} – сила нормальної реакції ґрунту на притискну пластину, Н;

$\vec{R}_{тд}$ – сила тертя деформатора притискної пластини про ґрунт, Н;

\vec{R}_{Nx} – сила опору вдавлюванню насіння та ґрунтової маси хвостовиком притискної пластини, Н;

\vec{R}_{tx} – сила тертя хвостовика притискної пластини про ґрунт, Н.

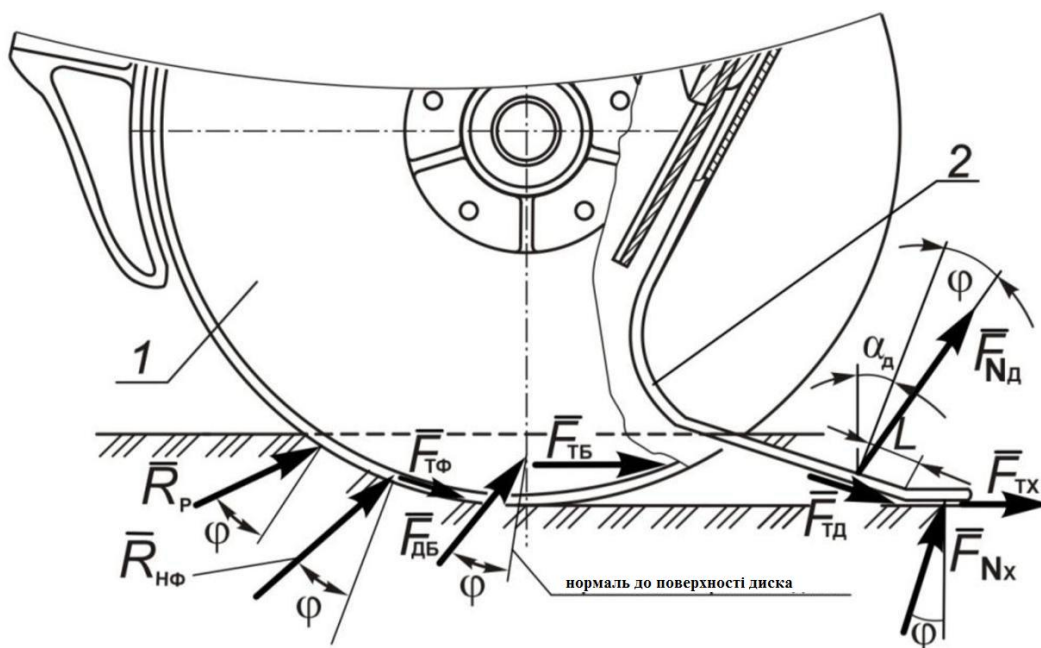


Рис 1.4. Розрахункова схема визначення тягового опору вдосконаленого сошника: 1 – плоскі диски; 2 – притискна пластина; L – відстань до точки докладання сили $F_{тд}$

По удосконалений дводисковий сошник 1 оснащувався притискною пластиною 2, яка переміщала разом із сошником, притискаючи насіння на дно і вирівнюючи їх по глибині загортання, роздавлюючи при цьому і грудочки ґрунту, що потрапили на дно. Однак при зносі дисків по діаметру навіть наявність притискної пластини не зможе компенсувати збільшення ґрунту, що обсипається в міждисківий простір, що призводитиме до порушень по глибині загортання насіння. Також автором не враховувалися умови змінної вологості ґрунту, за яких притискна пластина або травмуватиме насіння (сухий ґрунт), або залипати шаром ґрунту, що налип на нього (перезволожений ґрунт).

Керуючись основними положеннями методики розрахунку за формулою (1.3) та дослідженнями І.С. Імамова, М.Б. Єроков запропонував враховувати вологість ґрунту через коефіцієнт тертя робочої поверхні дисків сошника про ґрунт:

$$\bar{R} = 2\bar{R}_1 + 2\bar{R}_2 + 2\bar{T} \quad (1.5)$$

де T – сили тертя, що виникають під час руху дисків:

$$T = f \cdot R_2, \quad (1.6)$$

де f – коефіцієнт тертя ґрунту по диску, що змінюється в залежності від абсолютної вологості ґрунту W_a . У роботі представлені емпіричні залежності коефіцієнта тертя f від вологості ґрунту W_a для сталевого диска, для диска покритого фторопластом та поліетиленом при роботі в суглинистому ґрунті та глинистих чорноземах.

Висновки по розділу

Тим не менш, теоретичні дослідження, що проводяться цими та іншими вченими, мають в основному емпіричний характер і не повною мірою враховують фрикційні та адгезійні властивості робочих поверхонь дводискових сошників на ґрунтах різної вологості. З цієї причини теоретичні розрахунки не завжди узгоджуються з виробничими даними, що пояснюється непередбачуваними процесами вологообміну ґрунтового шару, що змінюють технологічні властивості ґрунту та зовнішніми кліматичними факторами, що додатково ускладнюються.

Тому вирішення проблем порушують безвідмовну роботу дводискових сошників у змінних умовах вологості ґрунтів із збереженням усіх позитивних сторін їх експлуатації є одним із перспективних завдань сучасного сільського господарства та потребує окремого вивчення.

РОЗДІЛ 2

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ ДВОДИСКОВОГО СОШНИКА

Розглянемо дводисковий сошник зернової сівалки, розглянемо (стандартний) дводисковий сошник сівалки за методикою запропонованої А.Т. Лебедевим. Відповідно до цієї методики для вдосконалення технологічного процесу посіву та розробки основ збільшення довговічності та ефективності роботи машин у змінних умовах вологості ґрунтів, дводисковий сошник зернової сівалки розглядається як самостійна складна технічна система (рисунок 2.1).

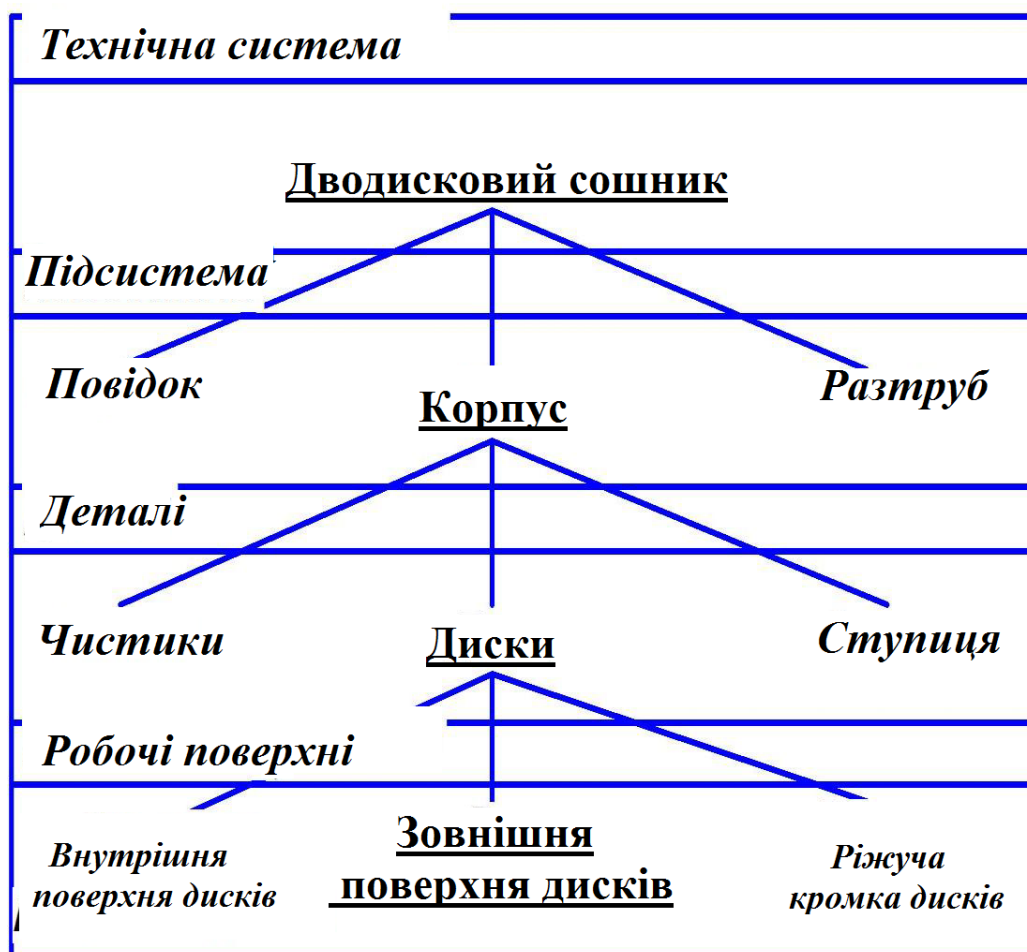


Рис. 2.1. Ієрархічна схема дводискового сошника

Технічна система «Дводисковий сошник» представлена ієрархічною схемою та поділена на її основні підсистеми, деталі та робочі поверхні. Найбільший вплив на надійність технологічного процесу посіву зернових культур мають нижчі елементи схеми – внутрішня та зовнішня поверхні дисків та їх ріжучі

кромки. Ці робочі поверхні безпосередньо контактують з ґрунтовим шаром, здійснюючи закладення насінневого матеріалу, визначають форму і ущільнюють дно борозни, що створюється, а від стабільності їх безперервної роботи в заданих режимах (швидкість, глибина ходу і т. д.) залежить рівномірність висіву зерна.

Таким чином, цільове призначення робочих поверхонь дисків сошника – формування ними борозенки для загортання насіння на встановлену глибину, за різних умов вологості ґрунту, із збереженням заданої якості та надійності процесу.

Виходячи з описаного, можна стверджувати, що диски сошника одночасно виконують функцію розрізання (формування борозни), транспортування та ущільнення (зсуву ґрунту в сторони від утвореної борозни та ущільнення її дна та схилів) певного обсягу ґрунтового шару, за рахунок чого створюються сприятливі умови для закладки насінневого матеріалу на необхідну глибину. Тому диски сошника можна назвати багатофункціональними робочими органами, що визначають якість, ефективність та надійність посівних робіт.

Визначимо основні причини, що викликають відмови при працездатному стані технічної системи «Дводисковий сошник».

Надійність роботи сошника знижується при погіршенні характеристик загострення по колу диска внаслідок зношування сухого ґрунту або деформації про сторонні предмети, контакт кромки дисків із шаром ґрунту відбувається нерівномірно, що збільшує енерговитрати на виконання технологічного процесу. Для відновлення працездатності необхідно проводити своєчасне заточування дисків до ремонтних розмірів або замінювати їх на нові.

Одночасно з цим, при підвищеній вологості ґрунту $W_a \approx 20\%$ починають відбуватися відмови, пов'язані з порушенням бороздоутворення та рівномірності висіву через налипання ґрунту на диск, а при вологості вище 24% диски сошників настільки залипають ґрунтовим шаром, що посів неможливо вести зовсім.

Аналіз, проведений в 1 главі, показав, що застосування надвисокомолекулярного поліетилену (НВМПЕ) для модернізації дводискових сошників зернових сівалок може забезпечити їхню працездатність як при роботі на перезволожених ґрунтах, так і при використанні на підсушених полях. Тому для забезпечення працездатності дводискових сошників на ґрунтах різної вологості пропонується модернізувати дводисковий сошник, за рахунок виготовлення робочої поверхні диска із НВМПЕ.

Для встановлення всіх факторів, що впливають на оптимальну працездатність модернізованого дводискового сошника зернової сівалки, та можливих напрямів щодо підвищення ефективності та надійності технологічного процесу посіву, підсіву, пересіву та підживлення розглянемо його роботу докладніше.

До умов нормальної працездатності дисків сошника можна віднести фізичну стиглість ґрунту, безперешкодне обертання дисків, гладку та пофарбовану поверхню дисків та своєчасне обслуговування та налаштування агрегату. Таким чином, виходячи з цих умов, можна виділити напрями забезпечення працездатного стану дводискових сошників зернової сівалки (рис. 2.2).

Як видно основними проблемами при експлуатації дводискових сошників є: знос та затуплення ріжучої кромки, налипання ґрунту та порушення заводських конструктивних характеристик та режимів роботи, що тягне за собою збільшення енергетичних витрат, пов'язаних із підвищенням тягового опору.

Аналіз схеми на рисунку 2.2 разом з проведеним теоретичним аналізом технологічної системи «Дводисковий сошник» дозволяє говорити про те, що більшість проблем, що виникають, можна вирішити створенням надійної зовнішньої робочої поверхні диска із НВМПЕ. Така поверхня, ймовірно, повинна мати низку особливих властивостей:

- підвищена зносостійкість у змінних умовах навколишнього середовища;
- протидія налипанню перезволоженого ґрунту;

- тривале збереження властивостей покриття в сухому ґрунті, абразивному та агресивному середовищі.



Рис. 2.2. Напрями забезпечення працездатності дводискового сошника зернової сівалки

За способом застосування модернізованих сошників можна подати три варіанти:

- постійне використання 1 комплекту дисків із полімерним покриттям;
- використання 2 комплектів дисків, з полімерним покриттям для перезволоженого ґрунту та стандартний для звичайних умов експлуатації;
- використання тільки стандартного комплекту дисків.

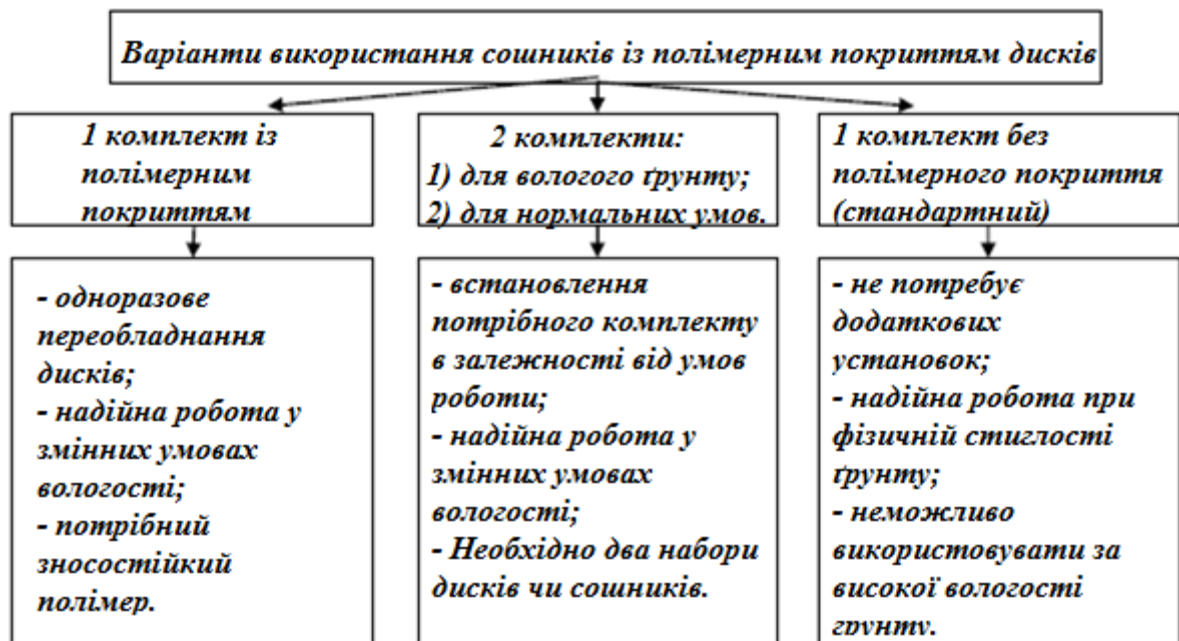


Рис. 2.3. Способи застосування полімерного покриття при модернізації дводискових сошників

Виходячи з цього, можна побудувати схему ефективності використання одного із трьох запропонованих варіантів. Зі схеми на рисунку 2.3 видно, що кожен з варіантів експлуатації відрізняється за кількома важливими для посівних робіт факторами:

- час встановлення перед посівом;
- час роботи та універсальність;
- надійність та якість посівних робіт;
- вартість додаткових матеріалів та обладнання.

Найбільш кращий варіант, коли використовується один комплект з полімерним покриттям, яке забезпечуватиме, як високу гідрофобність, так і мати підвищену зносостійкість.

Як було описано в першому розділі, НВМПЕ РЕ-1000 і РЕ-500 задовольняють цим вимогам, але існує обмеження при кріпленні поліетиленів до поверхні диска. Вони поставляються у вигляді листового прокату, який необхідно кріпити клейовими складами або механічним способом.

Нами пропонується дводисковий сошник (малюнок 2.4) для висіву насіння, який складається з повідця 1, з'єданого з корпусом 2, встановлених на ньому

двох плоских дисків 3 під кутом один до одного з ріжучими кромками з можливістю їх обертання, розміщених між ними чистиком 4 для очищення внутрішніх площин диска, розтрубом 5 для подачі насіння і маточинами 6, виступаючими до назовні дисків 3, причому на кожен плоский диск ззовні встановлена суцільна осесиметрична захисна накладка 7 з гідрофобного і зносостійкого матеріалу з центруючими ребрами 8 навколо ступиці до диска кліпсами 9 з головками втай з внутрішньої сторони, для чого в захисній накладці 7 і дисках 3 влаштовані отвори 10 і 11 відповідно необхідних діаметрів і форми. Додаток А.

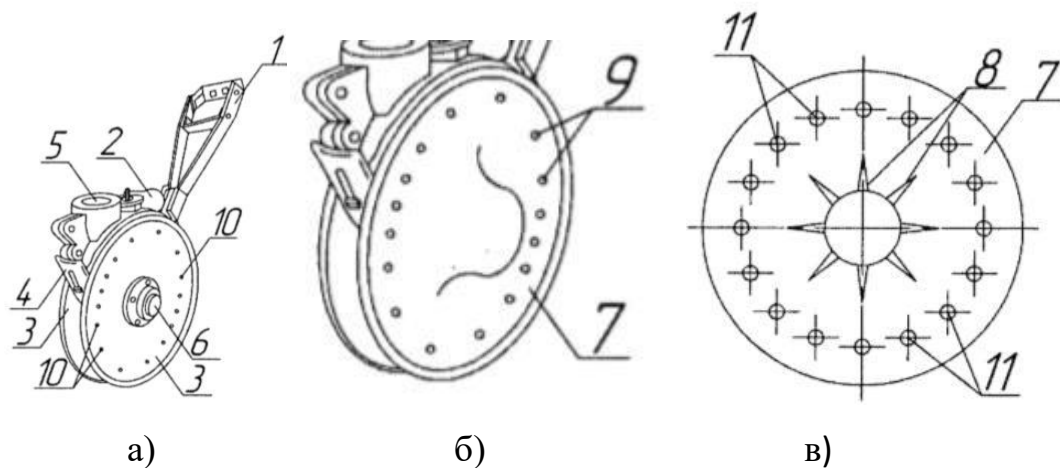


Рис. 2.4. Схема модернізованого дводискового сошника: а) загальний вигляд сошника; б) вид бічної накладки диска; в) точки механічного кріплення накладки

Для перевірки працездатності накладки із НВМПЕ та обґрунтування її параметрів приймемо деякі припущення виходячи з особливостей реальної експлуатації дисків сошника. Для забезпечення жорсткості конструкції модернізованого сошника на першому етапі дослідження замінимо знімну поверхню на нерухомо закріплену. При цьому замість більш складних у виготовленні кліпс застосуємо механічне кріплення, наприклад, заклепки. Така фіксація, на наш погляд, усуне рухливість самої поверхні та точок її кріплення до диска, що має забезпечити відносну постійність конструктивних та геометричних параметрів елементів модернізованого диска сошника (диска та

накладки). Крім того, при забезпеченні нерухомості накладки усувається можливість попадання ґрунту між диском та накладкою.

Виходячи з поданих припущень та вимог, виконаємо розрахунок основних конструктивних та технологічних параметрів, які необхідно забезпечити під час проведення модернізації дисків сошника. Розглянемо схему модернізованого сошника, представлену рисунку 2.5. Для забезпечення основного призначення сошника, – розрізання ґрунту та утворення борозенки, накладка модернізованого сошника не повинна закривати ріжучу кромку диска та повинна перешкоджати проникненню ґрунту між ними. Для забезпечення ремонтпридатності модернізованого диска задаємося умовою, що кріплення накладки здійснюється лише під час модернізації.

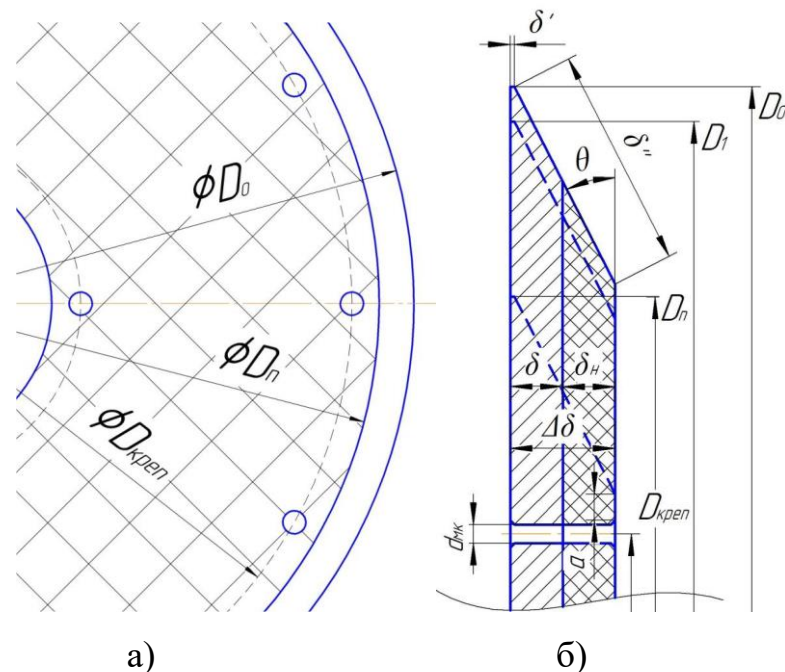


Рис. 2.5. Схема фрагментів лицьової (а) та профільної (б) частин модернізованого диска

Як видно з рисунку 2.5, механічні кріплення розташовуються по діаметру диска $D_{крп}$, який повинен бути меншим за D_n , гранично допустимого за технічними умовами розміру, враховувати товщину накладки $\Delta\delta$, необхідну геометрію ріжучої фаски (δ' – загострення та δ'' – ширина) та розміри кріпильних елементів заклепок.

Тоді, теоретичний діаметр $D_{крп}$ визначимо з наступної нерівності:

$$D_{\text{креп}} \leq D_{\text{п}} - d_{\text{мк}} - \Delta\delta \cdot \text{ctg}\theta - 2a, \quad (2.1)$$

де $d_{\text{мк}}$ – діаметр механічного кріплення, м;

a - технологічний припуск, м.

Таким чином, при $D_{\text{п}} = 326$ мм, $d_{\text{мк}} = 6$ мм, вугіллі заточування $\theta = 20^\circ$, ширині диска $\delta = 2,5$ мм, ширині накладки $\delta_{\text{н}} = 3$ мм і $a = 2$ мм, діаметр кріплень повинен бути $D_{\text{крпн}} \leq 310,9$ мм. Приймаємо $D_{\text{креп}} = 310$ мм.

Також важливо визначити кількість механічних кріплень пкреп для надійного прилягання поверхні із НВМПЕ до диска сошника по діаметру $D_{\text{креп}}$. Ймовірно, що при поступовому нарощуванні кількості кріплень буде виявлено їхню оптимальну кількість $n_{\text{Копт}}$, після якого додаткова установка кріплень буде не доцільною (рисунок 2.6).

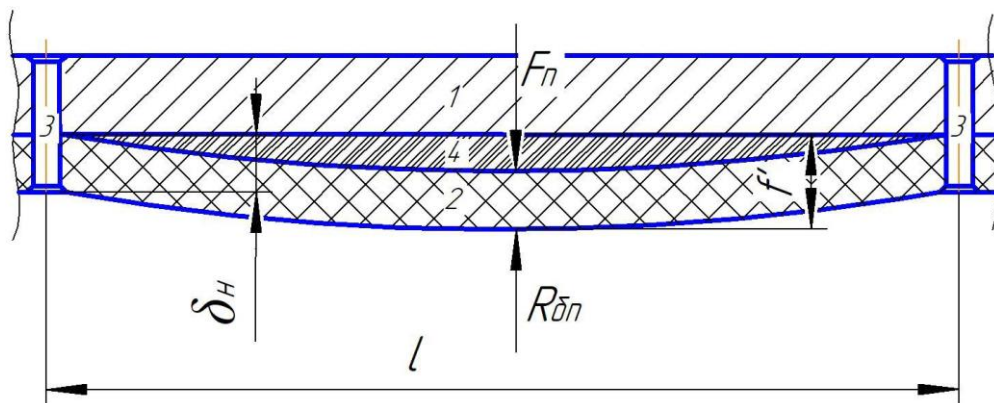


Рис. 2.6. Схема проміжної зони кріплень 3 накладки 2 до диска 1 у вигляді балки, що прогинається, з-за ґрунту 4 на межі між диском і накладкою НВМПЕ

На схемі рисунку 2.6 видно, що в процесі роботи модернізовані диски сошників зернової сівалки випробовують на зовнішній поверхні сили опору ґрунту $R_{\text{оп}}$. При цьому цей опір в першу чергу сприймається накладкою із НВМПЕ і збільшуватиметься при збільшенні глибини обробітку ґрунту, а також від фізичних властивостей ґрунту. При роботі модернізованого сошника можуть виникати умови здатні відігнути накладку і утворити зазор, в який потраплятиме ґрунт, що підсилює ефект, що розклинає. При цьому, як видається, буде необхідна певна критична величина сили F_n для прогину f накладки, яку можна розглядати як пружну балку. Величина прогину та порушення герметичності

з'єднання по периметру диска визначатиметься параметрами накладки і насамперед відстанню між кріпленнями l .

Для визначення зусилля F_n , необхідного для створення заданого прогину накладки між місцями її кріплення діаметром $D_{крп}$ змоделюємо різні варіанти модернізації дводискових сошників. Для цього скористаємося відомою формулою для розрахунку максимального прогину балки f з теорії опору матеріалів, перетворивши її для визначення F_n :

$$F_n = \frac{48 \cdot E \cdot I_x \cdot f'}{l^3}, \quad (2.2)$$

де E – модуль пружності, МПа;

I_x – момент інерції для прямокутного поперечного перерізу, мм⁴;

l – відстань між точками кріплень, мм

Використовуючи цей вираз, ми отримали графіки залежностей зусилля F_n , з урахуванням прогину $f' = 0,001$ м (рисунок 2.7).

З графіка видно, що зусилля для прогину накладки, яка закріплена по діаметру кріплень $D_{крп}$ через кожні $l = 0,04$ м, або при 24 точках кріплення в середньому до 8 разів більше порівняно з $l = 0,12$ м (12 точок кріплення). Так, наприклад, при 40 точках кріплення ($l = 0,024$ м) при товщині накладки $\delta_n = 1$ мм (0,001 м) для прогину її на 1 мм необхідно зусилля $F_n = 23,3 \dots 36,6$ Н, а для прогину на 2 мм у 2 рази більше – $F_n = 46,6 \dots 73,3$ Н для НВМПЕ РЕ-500 та НВМПЕ РЕ-1000 відповідно.

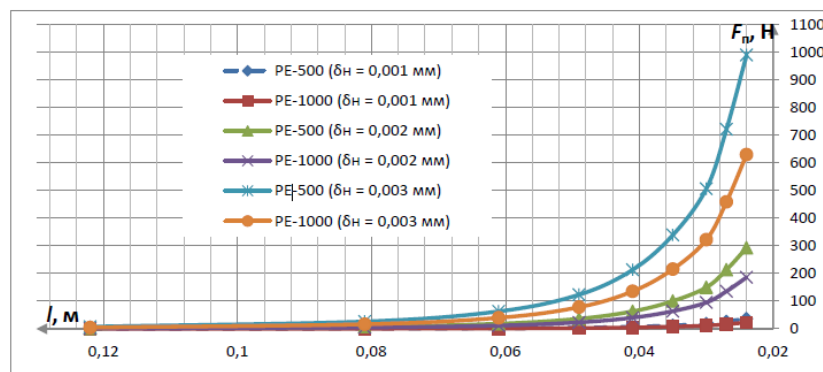


Рис. 2.7. Графік залежностей зусилля F_n при прогинанні $f' = 0,001$ м та різній товщині накладки δ_n від відстані l між кріпленнями

Таким чином, краще використовувати НВМПЕ РЕ-500 товщиною не менше $\delta_n = 3$ мм, оптимальний діаметр розташування точок її кріплення $D_{крп} = 310$ мм з відстанню між ними $l = 38 \dots 42$ мм. Ці параметри гарантовано забезпечують багаторазовий запас зусилля притискання накладки до диска по всьому периметру та гарантовано виключають можливість попадання ґрунту між диском та накладкою. Дані теоретичні розрахунки необхідно перевірити у межах експериментальних досліджень.

Збільшення меж зони «нормальної працездатності» ТН системи «Дводисковий сошник» за рахунок модернізації робочих поверхонь дисків НВМПЕ дозволить знизити залежність господарств від агротехнічних термінів та проводити посівні роботи в більш ранні терміни (на 20...60 годин раніше) у перезволожений ґрунт вологістю понад 24% без порушення режимів посівного агрегату. При цьому за рахунок підвищеної зносостійкості НВМПЕ модернізований сошник може працювати і в умовах підвищеного зносу T_I сухого ґрунту вологістю менше 13%.

Далі порівняємо три варіанти застосування дискових сошників: стандартний комплект дисків, комплект дисків із НВМПЕ та комплект дисків, покритих полімерним складом, наприклад, фторопластом, як запропоновано в роботі. Техніко-економічну порівняльну оцінку дводискових сошників зернової сівалки проводимо за допомогою показника , який є відношенням загальних витрат на експлуатацію сошників за аналізований період $Z_{об}$ на загальне напрацювання сошника до вибракування T і визначається за формулою:

$$\Theta_{зс} = \frac{Z_{обш}}{T} \quad (2.3)$$

Виключивши початкові витрати на купівлю зернової сівалки (у всіх варіантах розглядатимемо одну і ту ж сівалку типу СЗ-3,6), загальні витрати на експлуатацію стандартного $Z_{об}^C$ (рисунок 2.8) можна уявити кратністю КТО проведення чергового ремонту (ТО) дисків після граничного зносу Δl до відповідного ремонтного розміру D_i , витратами на оплату праці робітникам $Z_{от}$,

витратами на паливо-мастильні матеріали у «нормальний» та «зносний» періоди $Z_{ТН}$ та $Z_{ТИ}$, витратами на придбання, доставку та заробітну плату при проведенні ТО $Z_{ТО}$.

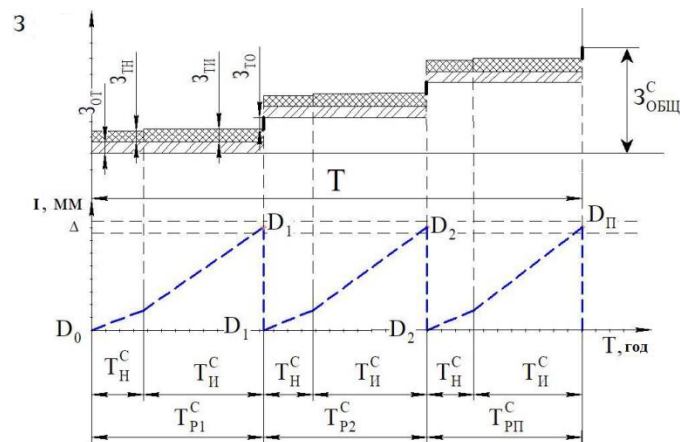


Рис. 2.8. Модель виконання заданого обсягу посівних робіт та загальних витрат стандартного дводискового сошника

У цьому порушення норм висіву стандартного сошника приймаємо незначним, так як вважаємо, що роботи проводяться в агротехнічні терміни, коли безвідмовна робота не порушується залипанням ґрунтом дисків, а ТО зношеної ріжучої кромки дисків проводиться своєчасно протягом усього терміну служби T пари дисків до вибракування.

Кожне ТО дисків зменшує їх діаметр і відповідно термін їхньої служби T_{Pi} до наступного ремонту за умови роботи за однієї і тієї ж швидкості посівного агрегату. Потреба у проведенні чергового ТО визначається за такою формулою:

$$K_{ТО} = \frac{T_{п}}{T_{Pi}} \cdot k_{ТО}, \quad (2.4)$$

де T_n – плановане напрацювання за певний період;

$k_{ТО}$ - коефіцієнт, що враховує зниження ресурсу при кожному наступному ремонті, при проведенні 2 і 3 ремонтів за період роботи T можна прийняти $k_{ТО} = 0,95 \dots 0,85$ відповідно.

З урахуванням вищесказаного формула витрат на експлуатацію стандартного дводискового сошника набуде вигляду:

$$Z_{ОБЩ}^C = K_{ТО} \cdot (Z_{ОТ} + Z_{ТН} + Z_{ТИ} + Z_{ТО}). \quad (2.5)$$

Розглянемо модернізований дводисковий сошник (рисунок 2.9). Витрати на його експлуатацію в порівнянні зі стандартним відрізнятимуться наявністю витрат на проведення модернізації до першої експлуатації та зміною витрат за рахунок зниження тягового опору (коефіцієнт тертя НВМПЕ про ґрунт та липкість до нього менше ніж у металу) протягом усього терміну роботи T :

$$Z_{\text{Общ}}^{\text{М}} = K_{\text{То}} \cdot (Z_{\text{от}}^{\text{М}} + Z_{\text{тн}}^{\text{М}} + Z_{\text{ти}}^{\text{М}} + Z_{\text{то}}^{\text{М}}) + Z_{\text{мод}}. \quad (2.6)$$

Витрати на проведення ТО модернізованого дводискового сошника $Z_{\text{то}}^{\text{М}}$ не відрізняються від стандартного ремонту, оскільки не вимагають зняття/установки покриття НВМПЕ в процесі заточування кромки дисків та зміни діаметра дисків до відповідного ремонтного розміру D_i і до останнього D_n .

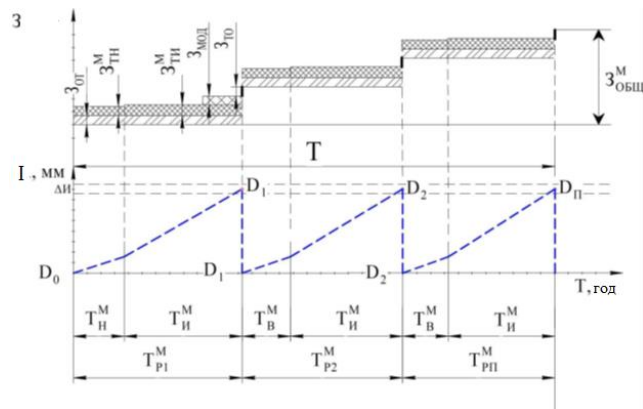


Рис. 2.9. Модель виконання заданого обсягу посівних робіт та загальних витрат модернізованого дводискового сошника

При нанесенні полімерного покриття на диски (рисунок 2.10) з'являються витрати $Z_{\text{об}}$, пов'язані із закупівлею обладнання для нанесення полімерного покриття та витрати $Z_{\text{пс}}$, які включають закупівлю матеріалів та оплату праці робітникам при його нанесенні. А через нижчу зносостійкість покриття, нанесеного таким методом сошники зношуватимуться інтенсивніше, особливо при роботі в «умовах посушливих ґрунтів» і вимагають витрат $Z_{\text{вп}}$ на додаткове відновлення полімерного покриття ще до ТО для продовження експлуатації на тому ж рівні, що і модернізовані.

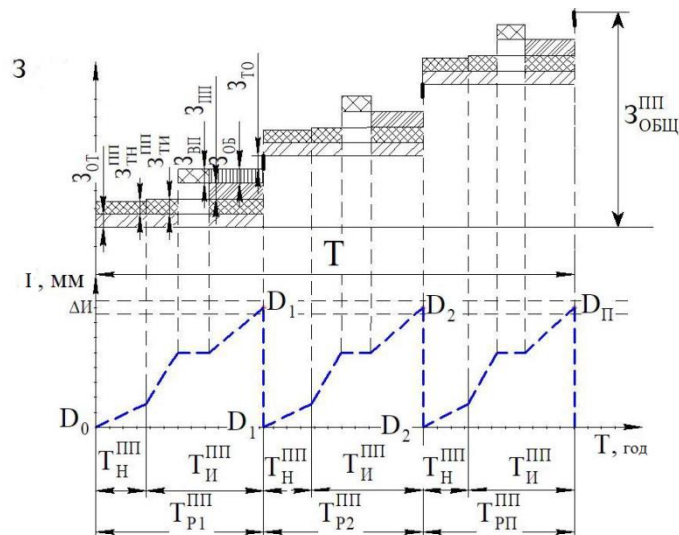


Рис. 2.10. Модель виконання заданого обсягу посівних робіт та загальних витрат дводискового сошника покритого полімерним матеріалом

Таким чином, витрати $Z_{ВП}$ включатимуть низку додаткових витрат і розраховуватимуться за формулою:

$$Z_{ВП} = Z_{ПП} + Z_{ПР} \cdot k_{ПР}, \quad (2.8)$$

де $Z_{ПР}$ - витрати на просту техніку під час відновлення полімерного покриття або час заміни комплекту сошників на відновлені заздалегідь;

$k_{ПР}$ - коефіцієнт простою техніки, величина якого залежить від зниження вологості ґрунту під час простою та витрат пов'язаних із зупинкою праці, можна прийняти його $k_{ПР} = 1 \dots 3$.

Остаточно формула для розрахунку витрат на експлуатацію дводискових сошників покритих полімерним матеріалом, наприклад, фторопластом набуде вигляду:

$$Z_{Общ}^{ПП} = K_{ТО} \cdot (Z_{ОТ} + Z_{ТН}^{ПП} + Z_{ТИ}^{ПП} + Z_{ВП} + Z_{ПП} + Z_{ТО}) + Z_{Об} \quad (2.9)$$

Перевага того чи іншого типу сошників буде визначена після порівняльного аналізу у рамках техніко-економічної оцінки.

Висновки по розділу

Встановлено залежність коефіцієнта працездатності дводискового сошника $k_{рс}$, яка враховує інтенсивність зношування робочих поверхонь дисків у «нормальний» T_H та у «зносний» T_I періоди експлуатації, а також дозволяє виявити резерви підвищення ресурсу дисків сошника та розробити програму відновлення їх працездатності на ґрунтах різної вологості;

Отримано аналітичну та функціональну залежності тягового опору модернізованого сошника, що враховують основні параметри дисків сошника, режими його роботи та зношуючу здатність ґрунту в різних умовах експлуатації;

РОЗДІЛ 3

ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ПЕРЕВІРКА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МОДЕРНІЗОВАНИХ ДВОДИСКОВИХ СОШНИКІВ ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ

Для виготовлення модернізованих дводискових сошників зернової сівалки як базові сошники були використані однорядкові широкорядні та дворядкові вузькорядні сошники, які встановлюються на сівалку СЗ-3,6. Проведення робіт відбувалося з урахуванням навчально-лабораторних майстерень.

З урахуванням стандартного діаметра цих дисків (350 мм) та теоретичного аналізу з п. 2.3 другого розділу були виготовлені накладки з НВМПЕ РЕ-500 товщиною 3 мм з попередньо фрезерованими в них отворами під маточину диска діаметром 110 мм, які механічно кріпилися заклепками (рисунок 3.1, а).

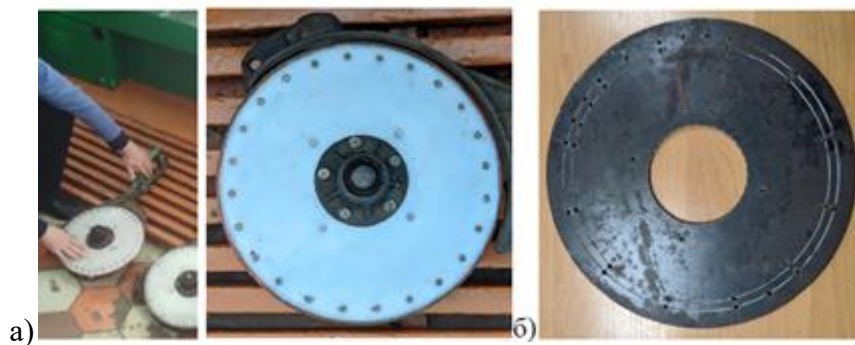


Рис. 3.1. Модернізовані дводискові сошники сівалки СЗ-3,6 (а) та ділильний диск для розмітки кріплень накладки НВМПЕ(б)

На фото рисунку 3.1, а показаний експериментальний широкорядний модернізований дводисковий сошник зернової сівалки СЗ-3,6 з накладкою із НВМПЕ РЕ-500, закріпленою по $D_{крп}$ заклепками. Таких механічних кріплень достатньо на даному етапі дослідження, яке спрямоване на підтвердження висунутих припущень щодо забезпечення працездатності дводискових сошників на ґрунтах різної вологості.

Кріплення накладки із НВМПЕ в ході модернізації також проводилося за допомогою клею (найкраще склеювання спостерігалось за використання COSMO CA-500.200). Для приклеювання накладки з НВМПЕ на робочу поверхню сталевого диска сошника рівномірно (на всю поверхню, що

стикається, по колу диска) наносився шар клею, після чого модернізований таким чином диск витримувався під тиском протягом доби.

Тим не менш, через низьку адгезію НВМПЕ при клейовому з'єднанні спостерігалися нерівномірності прилягання накладки. Тому було вирішено кріпити накладки з цього матеріалу лише механічним способом, оскільки комбінування клейової та механічної фіксацій, хоч і забезпечувало найбільшу надійність, є економічно недоцільним.

Для механічного з'єднання полімерних поверхонь нами був виготовлений ділильний диск (рисунок 3.1 б), який дозволяв по периметру сталевого диска сошника на діаметрі $D_{крп} = 310$ мм, розрахованого з урахуванням формули (2.1), закріплювати заклепками накладку з НВМПЕ трьома можливими варіантами 4 та 36 шт. заклепок відповідно. Додатково накладка закріплювалася поруч із маточкою у 4 місцях. Застосовувалися заклепки із легованої сталі діаметром 4,5 мм. Надійність кріплення поверхонь із НВМПЕ перевірялося під час польових випробувань модернізованих дводискових сошників.

Польові випробування проводилися протягом одного сезону у весняних та осінніх умовах, методика проведення описана нижче.

На початку березня 2023 року на полях при вологості ґрунту $W_a = 15...18\%$ (середньосуглинистий чорнозем), тобто в умовах її фізичної стиглості та найкращої якісної обробки нами проводилися такі випробування.

Визначення середньої кількості маси ґрунту, що налипає на широкорядні дводискові сошники сівалки СЗ-3,6, проводилося при зазначеній вище вологості та швидкості посівного агрегату 10 км/год. У ході польових випробувань до робочих поверхонь дисків стандартного сошника прилипало в середньому 0,29 кг ґрунту, що у 2,6 рази більше, ніж на модернізований сошник – 0,11 кг (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Вид модернізованого та стандартних широкорядних (однорядкових) сошників сівалки СЗ-3,6 після роботи

На фото рис. 3.2 видно, що ґрунт присутній на стандартних сошниках навіть в умовах фізичної стиглості ґрунту. У той час як на модернізованому сошнику ґрунт залишається лише на фасці диска, на межі між диском та накладкою НВМПЕ.

Для експериментального обґрунтування оптимальної кількості механічних кріплень (заклепок) накладки із НВМПЕ в ході польових випробувань нами фіксувалася кількість ґрунту, що потрапляв на межу між диском та накладкою. Чим менша маса цього ґрунту, тим надійніше з'єднання та прилягання накладки із НВМПЕ до робочої поверхні диска. На рис. 3.3 показаний графік, складений за результатами даних.

Як очевидно з малюнка, отриманий під час теоретичного аналізу діапазон $l = 0,038 \dots 0,042$ м між кріпленнями по діаметру $D_{крп}$, відповідний 23...26 точкам кріплення, підтверджується польовими випробуваннями модернізованих дводискових сошників з різною кількістю механічних кріплень. З результатів польових дослідів видно, що ґрунт межі між накладкою і диском накопичується при 10...22 прим. заклепок у кількості 0,034...0,003 кг та з подальшим нарощуванням точок кріплення відсутня. Таким чином, установка більше 22 шт.

механічних кріплень є необов'язковим і буде порівнянно із зайвими витратами та часом робіт при встановленні накладки НВМПЕ.

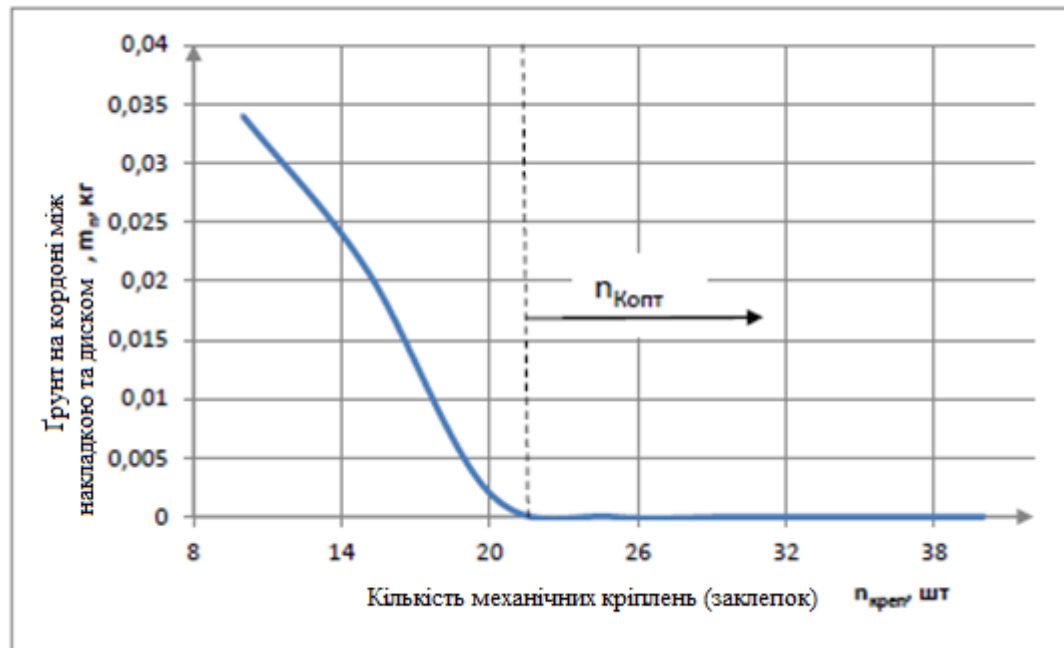


Рис. 3.3. Залежність кількості ґрунту m_n , на межі між диском та накладкою із НВМПЕ, від кількості механічних кріплень $n_{крп}$ заклепок (без приклеювання накладки)

Тому з урахуванням наявного обладнання для закріплення накладок на диски та виготовленого розмітного диска, що дозволяє виробляти кріплення накладок 12, 24 та 36 шт. заклепками, для подальших випробувань прийняли $n_{Конт} = 24$ шт.

Додатково в ході польових випробувань модернізованих сошників з накладками із НВМПЕ визначалася порівняльна якість висіву (глибина загортання насіння та форма борозни) їх зі стандартними сошниками при вологості ґрунту $W_a \approx 27\%$.

Фіксувалися відхилення при заданій глибині загортання насіння $h = 0,06$ м (6 см) з урахуванням допустимих відхилень не більше 0,01 м (рисунок 3.4).

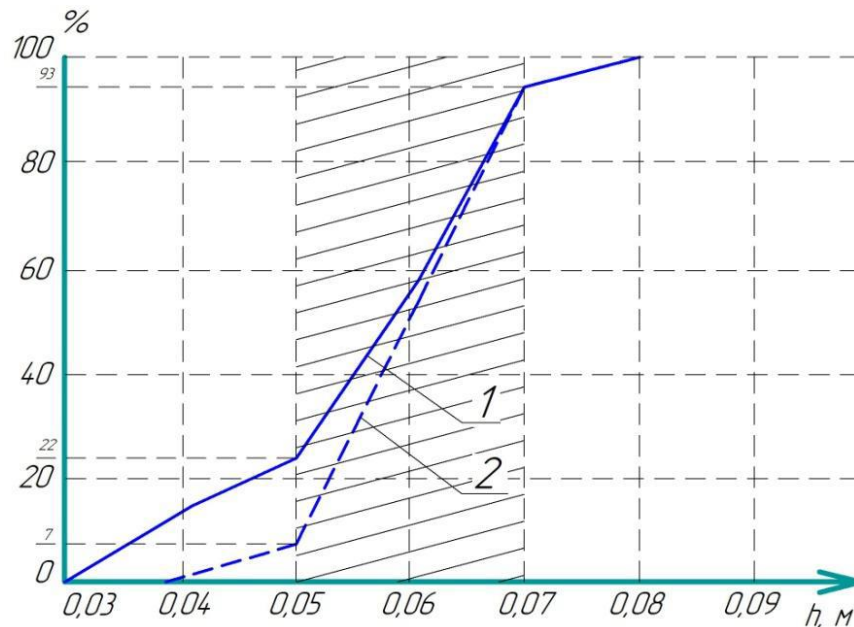


Рис. 3.4. Розподіл по глибині насіння (%) пшениці при висіві їх стандартними 1 та модернізованими 2 дводисковими сошниками сівалки СЗ-3,6 при швидкості руху 2,6 м/с

Як видно з графіка стандартні сошники висівають в середньому до 22% насіння нижче заданої глибини і до 7% вище за неї. При цьому модернізовані дводискові сошники з полімерним покриттям крупним планом в середньому до 7%, як вище, так і нижче заданої глибини. Таким чином, в умовах підвищеної вологості ґрунту від 24 до 27%, стандартні дводискові сошники укладають на задану глибину лише до 71% насіння, тоді як модернізовані до 86%, що відповідає агро вимогам (допустиме відхилення за глибиною загортання $\pm 15\%$).

Форма утвореної дводисковими сошниками борозни також дуже впливає на якість закладення насіння зернових культур. Зміни показників глибини h_b і ширини b_b борозни залежно від швидкості руху сошників v_c , що порівнюються, представлені на рис. 3.5.

Розмір залишкової борозни зростає обох випадках, але з різною інтенсивністю. Так, відповідно до експериментальних графіків, модернізований дводисковий сошник з полімерним покриттям у середньому залишає борозну, до 1,3 разів, з меншою шириною і глибиною ніж стандартний. Це відбувається через налипання на стандартний сошник шару ґрунту, який захоплює ґрунтові

частинки, що додатково налипають на нього, що порушує форму борозни і збільшує її розміри.

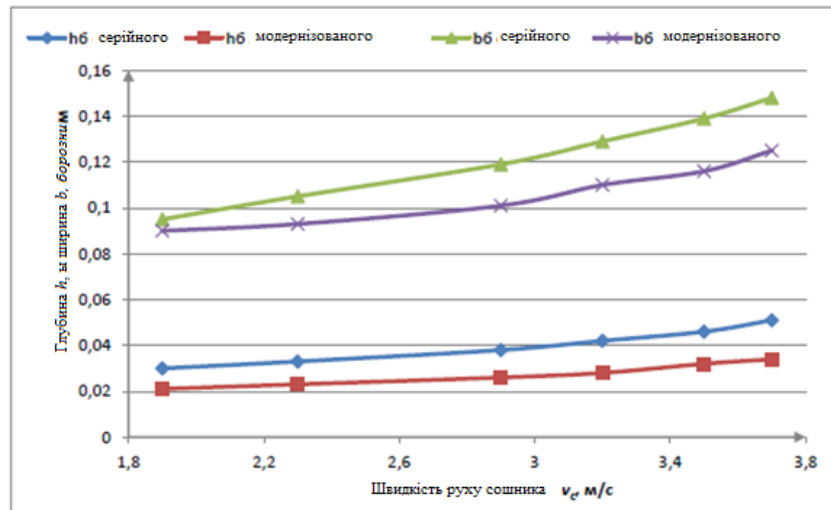


Рис. 3.5. Зміна глибини h_{δ} та ширини b_{δ} борозни, що залишається стандартним та модернізованим дводисковим сошником при збільшенні швидкості руху сошника v_c

Висновки по розділу

Аналізуючи ці дані можна сказати, що модернізовані полімером НВМПЕ дводискові сошники зернової сівалки будуть створювати вирівняну борозну, що призводить до якісного закладення насіння на задану глибину при підвищеній вологості ґрунту.

ВИСНОВОК

Аналіз літературних джерел дозволив встановити, що в даний час зміни умов обробітку зернових культур висувають особливі вимоги до властивостей робочих поверхонь дискових сошників посівних машин. Ефективність використання сівалок знижується як через підвищений зношування дисків при роботі сошників у посушливих умовах, так і через налипання ґрунту при підвищеній його вологості. Для забезпечення працездатності зернових сівалок на ґрунтах різної вологості запропоновано модернізувати властивості робочої поверхні дисків сошників гідрофобним та зносостійким пластиком НВМПЕ.

Модернізовані сошники забезпечують необхідну якість робіт при формуванні борозенки та заданої глибини посіву до 86%, на відміну від стандартних сошників, на ґрунтах підвищеної вологості.

Впровадження результатів роботи із забезпечення працездатності дводискових сошників на ґрунтах різної вологості за рахунок модернізації дисків сошників зернової сівалки при середньому обсязі робіт 300 га/рік дозволяє знизити річні експлуатаційні витрати.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бузенков Г.М. Машини для посіву сільськогосподарських культур. Москва : Машинобудування, 1976. 270.
2. Бурлака В.В. Основи теорії механізмів і машин. Курс лекцій. Підручник Харків, 2009. 340с.
3. Веденяпин Г.В. Загальна методика експериментального дослідження і обробки дослідних даних. Київ : Колос. 1973. 199 с.
4. Дьяконов С.О. Обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів сівалки прямого посіву: Дис ... канд. наук: 05.05.11 - 2007.
5. Заволішін Ф.С., Мацнев М.Г. Методи досліджень по механізації сільськогосподарського виробництва. Москва : Колос, 1982. 231 с.
6. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин : Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. техн. профілю. Т. 1, ч. 2. Машини для сівби та садіння. Харк. держ. техн. ун-т сіл. госп-ва. Харків : Око, 2001. 451 с
7. Зернова група сівалок «Червона зірка» / «Збутова Компанія Червона зірка». Кіровоград, 2008. 11 с
8. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві: навч. посібник для студ. вузів інж. спец. Київ : Урожай, 1993. - 288 с.
9. Клейн Н.Ф., Додик Г.А. Пружна підвіска сошника зернової сівалки. *Механізація і електрифікація сільського господарства*. - 1997. - №8. - С. 51 - 52.
10. Килимки І.Т. Основи розробки широкозахватних стерньових сівалок. *Механізація і електрифікація сільського господарства*. - 1983. - №6. - С. 41-44.
11. Козьова О.В. Коливання дискового сошника сівалки СЗ-3,6. *Трактори і сільгоспмашини*. 1979. №10. С.17-18.
12. Кузнецов Б.Ф. Технологія точного висіву зернових колосових культур і засоби для їх організації. *Трактори і сільгоспмашини*. 1981. №3. С. 14-16.

13. Ладик Є.П. Дослідження робочого процесу зернової сівалки і обґрунтування параметрів підвіски сошників для роботи на підвищених швидкостях: Дис. ... Канд. техн. наук. Горки, 1990. 194 с.

14. Любушка Н.І. Удосконалення дводискового сошника для рівномірного загортання насіння. *Трактори і сільгоспмашини*. 1985. №8. -С. 33-35.

15. Матухно Н.В. Передумови вдосконалення механізмів приводу висівних апаратів посівних машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. *Серія: техніка та енергетика АПК*. К., 2011. Вип. 166, ч. 2. С. 267–272.

16. Морозов Іван Васильович. Технологічні і технічні основи удосконалення конструкцій сошників зернових сівалок: дисертація д-ра техн. наук: 05.05.11 / Тернопільський держ. технічний ун-т ім. Івана Пулюя. -Т., 2003.

17. Найдьонов А.С. Вплив способів посіву і норм висіву на врожайність і якість зерна озимої пшениці в Центральній зоні Краснодарського краю: Автореф. дис. ... Канд. техн. наук. - Харків, 1976. – 21 с.

18. Борак К.В., Свінцицький В.В., **Венглівський І.І.** Підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин. Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції “Перспективи розвитку машинобудування та транспорту – 2023” 01 – 03 червня 2023 р. Вінниця. [Електронний доступ] : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/prmt/pmrt2023/paper/view/18350>

19. Савченко В.М. **Венглівський І.І.** Аналіз сошників сівалок для ресурсозберігаючої технології. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науковопедагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики*. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. С. 24-26.