

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра загальнотехнічних дисциплін

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»

на тему: «Підвищення ефективності сівби зернових культур»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 4
Горбуля Віталій Віталійович
Керівник: Антонець А. В.
Рецензент: Іванкова О. В.

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Актуальність теми. Урожайність зернових культур залежить не тільки від впровадження у виробництво нових високопродуктивних сортів, відповідних інтенсивних технологій, а й значною мірою від якості посіву. При вирощуванні зернових культур посів є однією з найважливіших технологічних операцій, від техніки його виконання залежить якість посіву і всі наступні операції по догляду за посівами і збирання врожаю.

Якість посіву зернових культур оцінюється в основному рівномірністю розподілу насіння по глибині в ґрунті, витриманістю необхідної для рослин щільності ґрунту насінневого ложа і забезпеченням щільного контакту насіння з дном борозенки. Всі ці чинники обумовлюють інтенсивність проростання насіння, дружність сходів і щільність, підвищують енергію росту рослин і, в кінцевому рахунку, збільшують врожайність зернових культур.

Важливе значення при посіві має дотримання агротехнічних термінів. Саме в цей короткий період часу ґрунт набуває такі фізико-механічні характеристики, які сприяють його обробці при мінімальних витратах. Гранулометричний склад, вологість, щільність, липкість і інші характеристики ґрунту в період посіву беруть оптимальні, з точки зору обробки ґрунту, значення [1].

Будь-який вплив на ґрунт, в тому числі при посіві, змінює щільність посівного шару ґрунту, що відбивається на всьому комплексі фізичних умов: водному, повітряному і тепловому режимах і, отже, на умовах біологічної активності.

Щільність – це характеристика ґрунту, з якою функціонально пов'язані майже всі його фізичні параметри. Щільність є функцією структури і мікроструктури, механічного складу ґрунту, вмісту в ній гумусу та ін.

Щільність ґрунту є ґрунтово-зональною характеристикою, вона залежить від вмісту гумусу в ґрунті, механічного складу і його структури.

Питання впливу ущільнення на вологість ґрунту висвітлені у роботах багатьох вчених [2]. Чи не багато дослідників звертають увагу на те, що істотний вплив на проростання і розвиток культурних рослин надає не тільки щільність, а й його структурний стан. На ерозійно-небезпечних ґрунтах слід застосовувати дискові і наральникові сошники з ущільнювачами поверхневого шару ґрунту, що забезпечить підвищену рівномірність розподілу насіння як за площею, так і за глибиною і захистить ґрунт від вітрової ерозії.

Крім того, успішне проведення посівних робіт багато в чому залежить від надійної і якісної роботи сівалок. Якісна ж робота сівалки багато в чому визначається одним з її конструктивних елементів, що взаємодіють з ґрунтом – сошником.

Мета роботи. Підвищення ефективності посіву зернових культур шляхом удосконалення технологічного процесу розподілу насіння по глибині.

Об'єкт дослідження. Технологічний процес посіву зернових культур.

Предмет дослідження. Закономірності процесу борозноутворення, ущільнення дна борозни і розподілу насіння по глибині.

Методика досліджень. Теоретичні дослідження проводились на основі методів оптимізації, планування факторного експерименту, методик визначення фізико-механічних характеристик ґрунту, силових впливів на робочий орган. Обробка результатів експериментальних досліджень і оцінка похибок проводилися на ПК з відповідним програмним забезпеченням.

Практична значимість. При дослідженні використаний вдосконалений дводисковий сошник, оснащений притискною пластиною, що дозволяє забезпечувати технологічний процес загортання насіння в ґрунт при посіві. Дана економічна оцінка ефективності використання розробки.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Аналіз способів сівби сільськогосподарських культур

Сівба – це оптимальне розміщення насіння сільськогосподарських культур в ґрунті з дотриманням агротехнічних вимог і створенням умов для їх проростання. Від своєчасного якісного посіву залежить подальший розвиток рослин, який в кінцевому підсумку впливає на врожай.

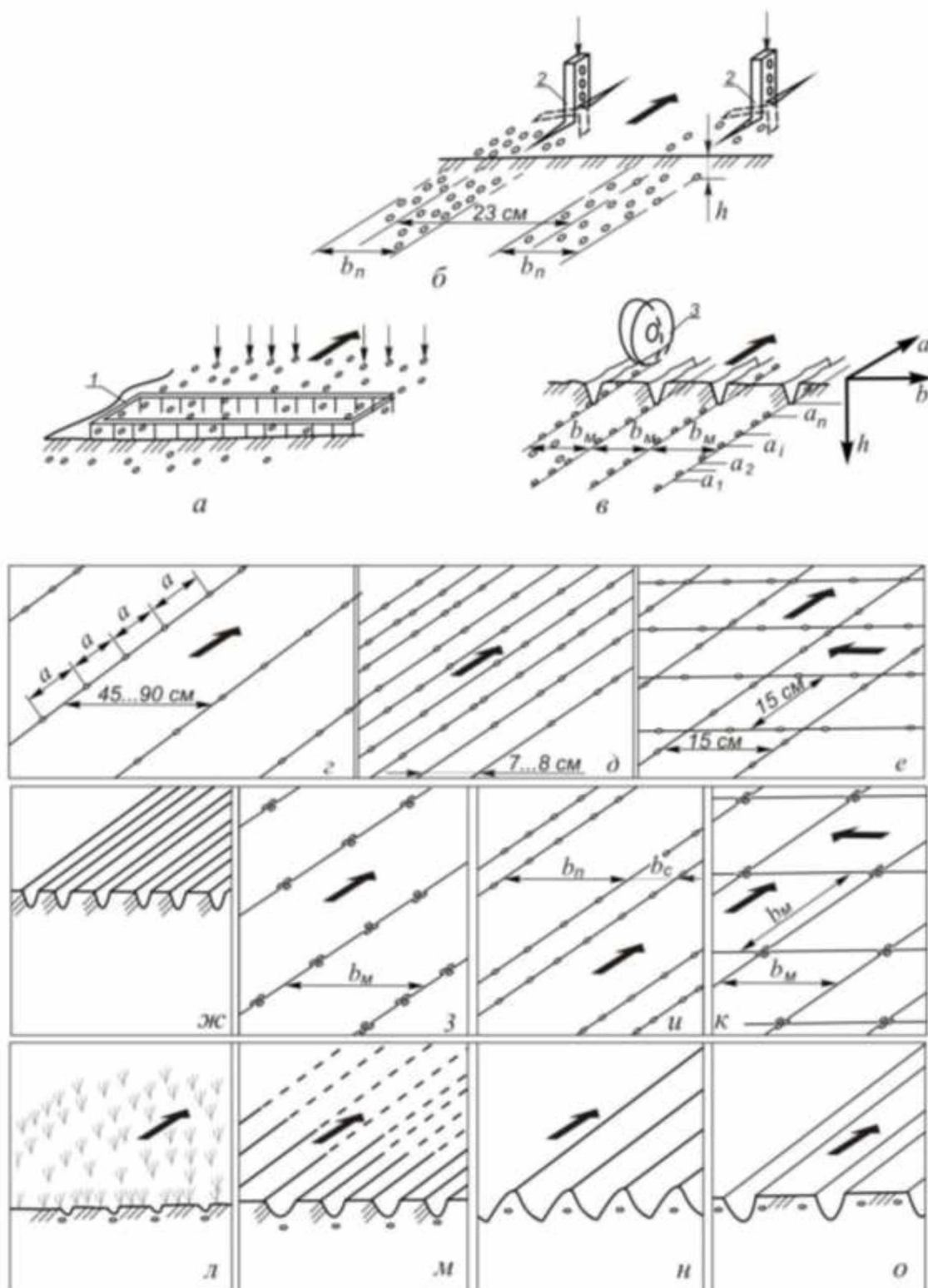
Кожна сільськогосподарська культура вимагає необхідних і своєрідних умов проростання і розвитку, тому в рослинництві найбільш поширені два способи сівби [3, 4]: рядовий (рисунк 1.1, а) і розкидний (рисунк 1.1, б, в).

Рядовий спосіб – найбільш розповсюджений спосіб сівби. При ньому насіння закладаються в рівні паралельні ряди з відстанню між ними – міжряддям - 12,5 ... 15; 18; 21 см. Залежно від ширини міжряддя цей спосіб сівби поділяють на такі види: вузькорядний; звичайний рядовий; перехресний; широкорядний; пунктирний; стрічковий; смуговий; гніздовий; квадратно-гніздовий; гребневий; грядовий.

Розкидний спосіб застосовують для сівби насіння трав на луках і культурних пасовищах. Насіння при цьому рівномірно розподіляються по всій площі поля або на поверхні, або підґрунтово.

Поверхнево-розкидний спосіб в даний час застосовується рідко. Підґрунтового-розкидна сівба здійснюється найчастіше на засмічених бур'янами або схильних до вітрової ерозії ґрунтах комбінованими сівалками з одночасним культивуванням ґрунту. Насіння розкидають по поверхні поля, а потім бороною закладають в ґрунт.

При сівбі насіння розміщують в поздовжньому a (див. рисунок 1.1, в), поперечному b і вертикальному h напрямках. При цьому прагнуть створити необхідні і достатні умови для формування оптимальної площі живлення, густоти стояння рослин і отримання запланованого врожаю [5, 6].



а – розкидний; *б* – смуговий; *в* – рядовий звичайний; *г* – широкорядний і пунктирний; *д* – вузькорядний; *е* – перехресний; *ж* – комбінований; *з* – гніздовий; *і* – стрічковий; *к* – квадратно-гніздовий; *л* – сівба в стерні; *м* – сівба у борозни; *н* – сівба в гребінь; *о* – сівба в грядку; *1* – борона зубова; *2* – лаповий сошник; *3* – дисковий сошник

Рисунок 1.1 – Способи сівби та посадки

Звичайний вигляд рядового посіву використовують для сівби зернових культур. Насіння висівають (див. рисунок 1.1, в) з відстанню між рядами 10 ... 25 см, переважно 15 см, закладаючи їх на глибину 2 ... 10 см. У районах, схильних до вітрової ерозії, насіння висівають з міжряддями 22,8 см. У рядках насіння розташовуються хаотично, відстань між ними постійна, а середнє значення не перевищує встановлених меж. Кожна рослина отримує живлення з площі, що є вузькою смугою, так як відстань між насінням в рядку не більше 1,5 см.

При вузькорядному рядовому посіві міжряддя зернових культур зменшуються до 7 ... 10 см (див. рисунок 1.1, д), а відстань між насінням в рядку 2,5 ... 3 см, що часто забезпечує підвищення врожайності. При однаковій нормі посіву відстані між насінням в рядках виходять в 2 рази більше в порівнянні зі звичайним рядовим посівом. Площа живлення для кожної рослини за формою замість витягнутого прямокутника наближається до квадрату, що сприяє кращому розвитку рослин. При рядовому вузькорядному посіві насіння розподіляються так само рівномірно, як і при перехресному, але їх висівають за один прохід сівалки.

Перехресний вид рядового посіву (див. рисунок 1.1, е) передбачає висів половини призначених насіння при русі сівалки в одному напрямку, інших - поперек засіяних рядків. Відстань між зернами в рядках збільшується, насіння розміщуються більш рівномірно, проте рослини, які опинилися в місцях перетину рядків, розташовуються дуже близько один до одного. Витрати на додаткову роботу в результаті перекриваються підвищенням врожайності. Основним недоліком цього способу сівби є дворазове проходження сівалки по одній і тій же ділянці.

Широкорядний вид рядової сівби використовують для просапних культур: картоплі, буряка, кукурудзи, соняшнику та ін. (див. рисунок 1.1, г), які потребують великої площі живлення. Їх висівають з міжряддями 45 ... 90 см, що забезпечує періодичну механізовану обробку міжрядь, внесення добрив. В рядах насіння розташовуються хаотично.

Пунктирний вид посіву – однозерновий (див. рисунок 1.1, і) характеризується тим, що ряди розташовують один від одного на відстані 15 ... 90 см, а насіння в ряду розміщують на однаковій відстані одна від одної. Однозерновий посів технічних культур забезпечує підвищення врожайності, значну економію насіння і зниження трудових витрат на догляд за рослинами.

Смуговий вид сівби застосовують для посіву насіння зернових культур по стерні. Насіння загортають в ґрунт стрілкою-сошником 2 (див. рисунок 1.1, б), яка розподіляє їх смугами шириною b_n . Відстань між центрами смуг 23 см. Насіння в смузі розміщуються хаотично. Цей спосіб також застосовують при обробці столових коренеплодів, цибулі та інших овочевих культур.

Гніздовий вид сівби (див. рисунок 1.1, з) використовують для рослин, які можуть рости разом - в гнізді. Гнізда насіння розміщують на однаковій відстані одна від одної в паралельних рядках з шириною міжрядь $в_m$, що залежить від особливостей культури і механізації подальшої обробки міжрядь. У сусідніх рядках гнізда зміщені одне відносно одного. Відстань між гніздами вибирають в залежності від особливостей культури. Кількість насіння, що висіваються зменшують в 2...3 рази в порівнянні з широкорядним посівом.

Квадратно-гніздовий посів передбачає розташування гнізд насіння в прямолінійних рядках (див. рисунок 1.1, к) як уздовж, так і впоперек поля – в кутах квадратів або прямокутників. Міжряддя і відстань між гніздами складають 60 ... 90 см, для баштанних культур - 180 см. При цьому способі полегшується обробка сходів: можна обробляти в двох напрямках - поздовжньому і поперечному. Цей спосіб посіву позбавлений недоліків попереднього способу.

Суміщений вид сівби передбачає одночасний висів насіння двох культур в різні ряди, закладення їх на різну глибину (посів насіння зернових і

трав, кукурудзи і бобових). Суміщений посів збільшує продуктивність поля, усуває додатковий прохід сівалки по полю, скорочує терміни посіву.

Комбінований вид посіву (див. рисунок 1.1, ж) включає в себе одночасний висів насіння і гранульованих добрив.

Залежно від кліматичних умов сівбу виконують:

- на рівну поверхню поля (див. рисунок 1.1, в), застосовується в районах нормального зволоження;
- на гребенях (див. рисунок 1.1, н), застосовується в районах підвищеної вологості для поліпшення дренажу;
- в борозни (див. рисунок 1.1, м), застосовується в посушливих районах для поліпшення водного режиму. На ділянці, призначеній для поливу, насіння висівають на рівній поверхні з одночасною нарізкою поливних борозен (див. рисунок 1.1, о).
- по стерні (див. рисунок 1.1, л), застосовується в районах, схильних до дефляції.

З наведених способів посіву зернових культур найбільше поширення отримав рядовий спосіб.

1.2. Аналіз посівних машин

Сівба сільськогосподарських культур здійснюється спеціальними машинами – сівалками. Вони класифікуються за такими ознаками [7]:

За призначенням: спеціальні, універсальні.

За способом посіву: розкидні, рядові, вузькорядні, гніздові і пунктирні.

За способом агрегування: навісні, напівнавісні; причіпні.

По виду висівної культури: зернові; трав'яні; просапні.

За типом висівного апарату: механічні, пневматичні, пневмомеханічні, електростатичні.

Для здійснення посіву сівалки мають набір подібних робочих органів, призначених для виконання визначених функцій, основними з яких є:

зернотуковий ящик, висіваючий апарат, насіннєпроводи, закладаючі робочі органи - сошники, загортачі.

В окремих випадках встановлюють робочі органи для підрізання бур'янів і ущільнення ґрунту.

Висіваючий апарат призначений для відбору і дозування насіння і добрив із зернотукового ящика згідно встановленої норми висіву.

Сім'япроводи подають насіння та добрива від зернотукового ящика до заробляючих робочих органів – сошників, які укладають їх в ґрунт.

Для закриття насіння зверху пухким ґрунтом призначені загортачі.

Робіючі органи для підрізання бур'янів і ущільнення ґрунту застосовують на засмічених полях і з метою мінімізації передпосівної обробки ґрунту. Зазвичай на сівалки встановлюються робочі органи у вигляді культиваторних лап. Ущільнення ґрунту проводиться для створення необхідного контакту насіння з твердою фазою ґрунту, що забезпечує необхідну енергію проростання.

Технологічний процес сівби – це сукупність підготовчих і заключних операцій, здійснюваних сівалками при посіві.

Розрізняють два основних види технологічних процесів сівби [8], що складаються з операцій для зернових сівалок:

- відбір насіння із зернотукового ящика через спеціальний отвір;
- дозування насіння висіваючим апаратом;
- розподіл отриманої дози по рядках;
- транспортування відібраного насіння від висівного апарату до сошника;
- утворення борозенки сошником і закладення насіння в ґрунт на встановлену глибину, а також закриття насіння пухким ґрунтом; для просапних сівалок:
- рух насіння по робочих поверхнях насіннєвисівних пристроїв;
- поштучний відбір насіння із загальної маси елементами висіваючих робочих органів;

- зчищення насіння від відібраної маси поштучно;
- виштовхування насіння з виносних елементів;
- поділ поштучного потоку насіння на потоки з груповим зосередженням по заданому їх числу в групі (для гніздового посіву);
- гніздоутворення або борозноутворення;
- розкладка насіння на дні борозенки і закриття його пухким ґрунтом;
- ущільнення насіннєвого ложа.

В обох випадках заключною операцією сівби є утворення борозенки, укладання в борозенку насіння, закриття його зверху пухким ґрунтом. Саме заключна операція вважається найбільш важливою для насіння, так як вона створює сприятливі умови для його проростання, подальшого розвитку рослин і отримання високого врожаю, а попередні підготовчі операції призначені тільки для підготовки та направлення насіння до заробляючих робочих органів.

1.3. Аналіз заробляючих робочих органів посівних машин

Посівні машини здійснюють посів заробляючими робочими органами – сошниками різних конструкцій. Сошники призначені для утворення дна борозенки, укладання в борозенку насіння висіваючої культури і закладення його зверху пухким ґрунтом.

Різноманіття заробляючих робочих органів-сошників можна розділити на групи за ознаками. За принципом взаємодії з ґрунтом сошники діляться на активні і пасивні. До першої групи належать сошники обертання – одно- і дводискові, до другої – наральникові сошники. Дискові сошники при роботі здійснюють обертальний рух, а наральникові рухаються поступально.

Одностискові сошники мають різне виконання: сферичне, плоске. Для посіву культур на малій глибині деякі сошники забезпечуються обмежувальними ребордами.

Плоскі диски дводискових сошників встановлюються під кутом один до одного, рівним 12° і 23° .

Дискові сошники отримали найбільше поширення в сільськогосподарській практиці, однак їм притаманні суттєві недоліки. Основними є нерівномірність загортання насіння в ґрунт по глибині і незабезпеченість ущільнення дна борозенки.

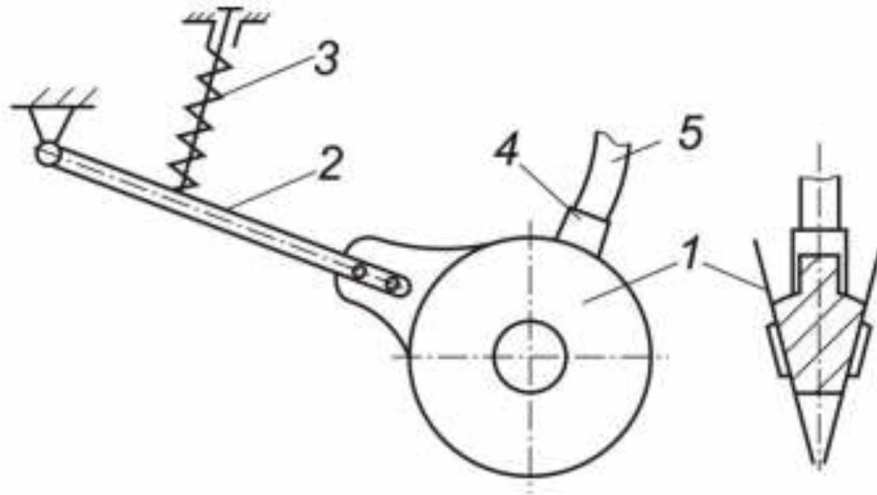
Наральникові сошники поділяються на три основні групи за кутом входження в ґрунт: з гострим (анкерні, лапові), прямим (трубчасті, клиновидні, коткові) і тупим (полозоподібні, кілеподібні).

Для підвищення ефективності дискових сошників розроблені різні пристосування, спрямовані на підвищення рівномірності загортання насіння і ущільнення дна борозенки: обмежувальні реборди, розпушувачі або ущільнювачі ґрунту. Однодискові сошники оснащуються циліндричними або конічними дисками, що ущільнюють поверхню дна борозенки або формують ущільнене дно, куди поміщається насіння. Запропоновано конструкції ущільнюючих пристроїв, виконаних у вигляді опорних пластин-лиж, що придавлюють тонкий шар ґрунту над заробленим в ґрунт насінням та ін.

З усього різноманіття сошників, використовуваних в конструкціях зернових сівалок [9, 10], найбільш поширені дискові. Однак їх конструктивні особливості не дозволяють отримати оптимальну щільність насіннєвого ложа, в зв'язку з чим для підвищення ефективності потрібна їх модернізація. Один із шляхів – оснащення дискових сошників технічними засобами, що забезпечують щільний контакт висіваючого насіння з дном утвореної дисками борозенки.

Найбільш розповсюдженим типом сошників, що застосовуються в посівних машинах, як в Україні, так і в країнах Європи є дводисковий сошник. Він застосовується у вітчизняних сівалках СЗ-5,4, СЗ-3,6 і їх модифікаціях, а також в іноземних, таких як 5100 («Case International», США); 8000 («John Deere», США); End Wheel («Great Plains», США); TC-4 («Hestair», Великобританія); 40 SexDJ 150 («Ross», Чехія) та інших [11].

Дводисковий сошник складається з двох плоских дисків 1 встановлених у вертикальній площині під кутом 10° один до одного (рисунок 1.2).



1 – плоскі диски; 2 – поводок; 3 – притискна штанга з пружиною; 4 – направляч насіння; 5 – насіннепровід

Рисунок 1.2 – Дводисковий сошник

Основним недоліком дводискового сошника, на які вказують дослідники, є нерівномірність загортання насіння по глибині та ін. А також те, що даний сошник не забезпечує ущільнення дна борозенки [12].

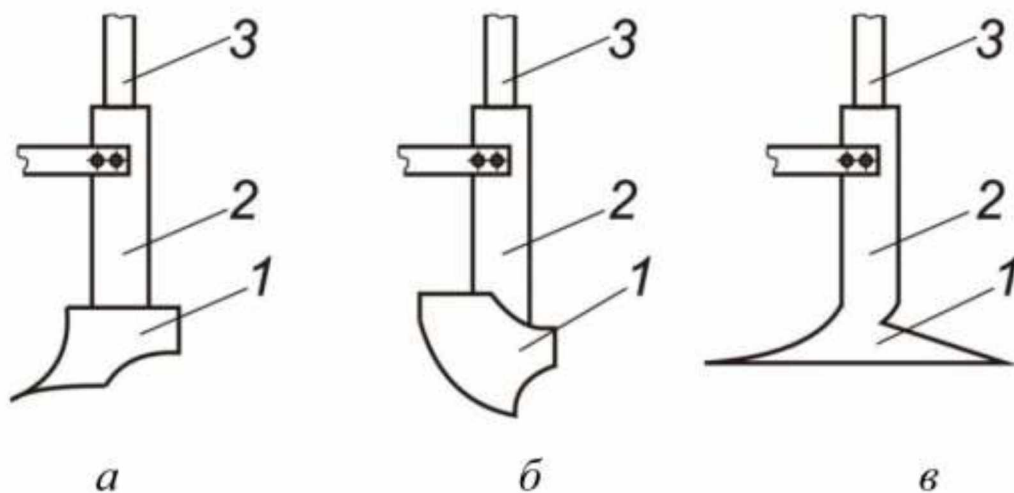
В. К. Бурлаков [13] називає такі причини нерівномірності загортання насіння в ґрунт дводисковим сошником: захоплення насіння обертовими дисками з викидом їх за межі сошника у верхні шари ґрунту; захоплення насіння ґрунтом, що відкидається сошниками; осипання борозенки, в результаті чого насіння, відбите від дна борозенки, потрапляє у верхні шари ґрунту. Мала опорна поверхня дводискового сошника не забезпечує достатнього ущільнення дна борозенки.

Одностискові сошники менш поширені в порівнянні з дводисковими, проте використовуються в конструкціях вітчизняних сівалок СЗО-3,6; ЛДС-6; а також в іноземних: 424 («Massey-Ferguson», США), ТС-3, СД-4 («Hestair», «Bamlett», Великобританія) та ін.

Однодискові сошники поділяють на сферичні і плоскі. Вони працюють подібно до дисків лушпильників, утворюючи борозенку, обертаючись і відкидаючи ґрунт в сторону. Перевагою даних сошників, як і дводискових, є можливість роботи на засмічених і погано оброблених ґрунтах. Недоліками є нерівномірність загортання насіння по глибині і укладання насіння на пухкий шар ґрунту.

Однодискові сошники вкладають насіння на 2 см дрібніше, ніж глибина їх ходу, а також вивертають нижні вологі шари ґрунту на поверхню.

Одно- і дводискові сошники, тобто сошники кочення, здійснюють обертальний рух, а наральникові сошники рухаються в ґрунті поступально. До наральникових сошників відносяться анкерні, килеподібні, полозоподібні, ножевидні і сошники, виконані у вигляді стрілочастих лап (рисунок 1.3).



а - анкерний; *б* - килеподібні; *в* - у вигляді стрілочасті лапи; 1 - наральник; 2 - розтруб; 3 - насіннепровід

Рисунок 1.3 – Наральникові сошники

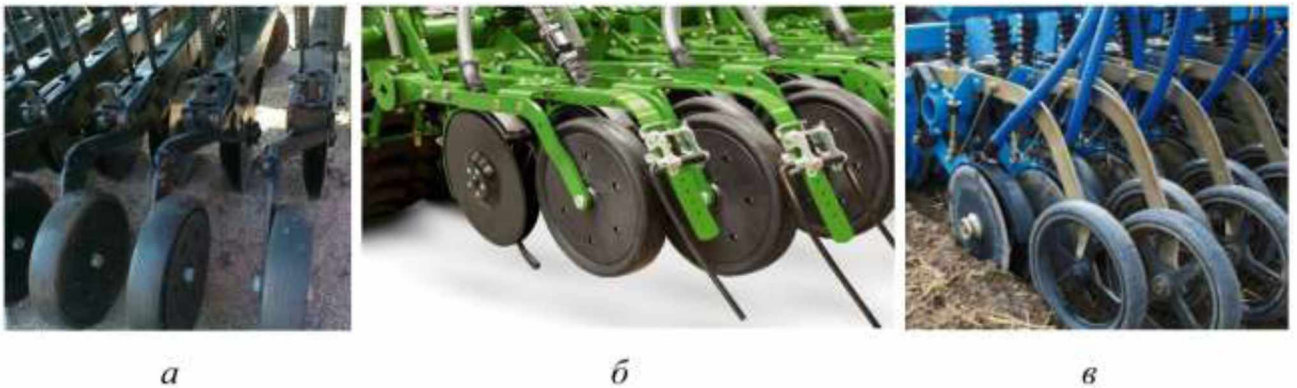
Усі наральникові сошники відрізняються один від одного формою робочої поверхні наральника і складаються в основному з наральника 1, прикріпленого до розтруба для подачі насіння 2, в який входить насіннепровід 3.

Анкерний сошник має наральник з увігнутою робочою поверхнею, через що сумарна складова реакцій ґрунту, що діють на нього, прагне заглибити сошник. Наральник килеподібного сошника виконаний з опуклою робочою поверхнею, тому при роботі реакція ґрунту прагне виглибити сошник. Сошник у вигляді стрілчастої лапи обладнаний наральником, аналогічним стрілчастій лапі культиватора. Він здійснює підґрунтово-розкидний посів насіння і одночасно підрізає бур'яни. Дослідженню наральникових сошників присвячені роботи [3, 14, 15] та ін.

Дослідженнями встановлено, що наральникові сошники відрізняються нерівномірністю загортання насіння в ґрунт, високими вимогами до якості передпосівного обробітку ґрунту та станом полів.

Стрілчасті лапи більш рівномірно закладають насіння [16], однак не забезпечують ущільнення дна борозни.

На багатьох сівалках для забезпечення ущільнення ґрунту в борозні застосовуються прикочуючі катки (рис. 1.4), які встановлюються за сошниками.



а - 2S-2600 («Great Plains», США); *б* - моделі 455, 1590 і BD 11 («John Deere», США); *в* - Solitair 12/1200 KD-S («Lemken», Німеччина)

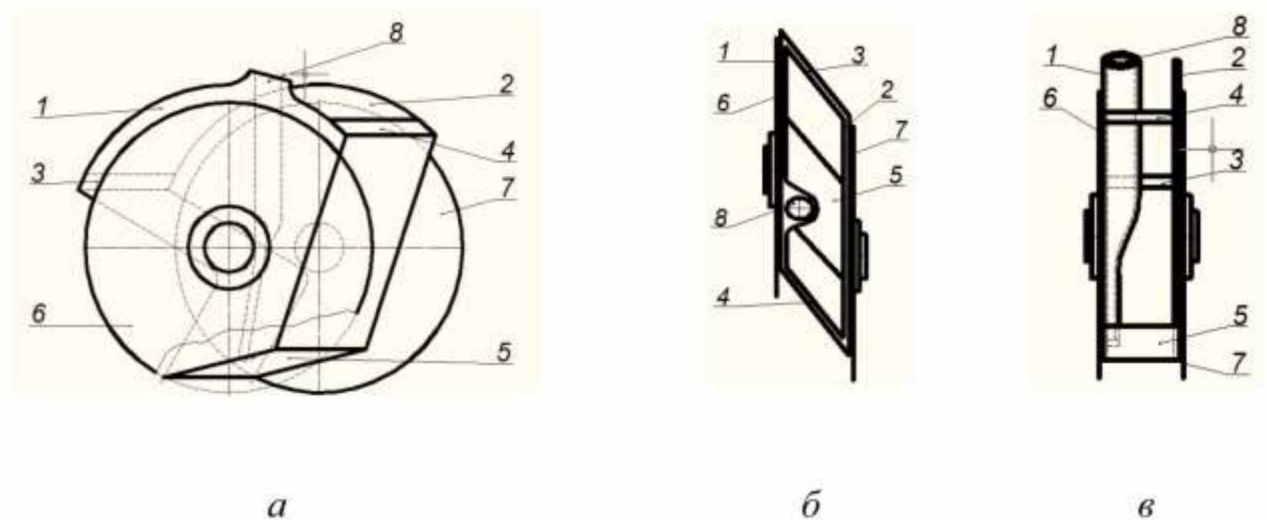
Рисунок 1.4— Дисківі сошники

В результаті цього ґрунт над насінням в борозні виявляється сильно ущільненим. Волога з такого ґрунту випаровується швидше, а насіння не

отримують достатньої кількості кисню. На дані обставини вказують багато дослідників [17, 18].

Найбільш доцільно ущільнювати дно борозни і закладати насіння зверху пухким ґрунтом. Деякі дослідники, якими були запропоновані різні конструкції комбінованих сошників, що забезпечують ущільнення дна борозенки, пішли цим шляхом.

Підвищенню ефективності посіву призначений сошник [19, 20] для розкидного посіву. Він складається з корпусу жорсткої конструкції, що включає бічні стінки 1 і 2 (рисунок 1.5), з'єднані між собою планками 3 і 4. До нижньої частини бічних стінок 1 і 2 жорстко закріплена одностороння, права чи ліва, лапа 5, а по краях стінок в підшипниках закріплені плоскі диски 6 і 7.



а - вид збоку; *б* - вид зверху; *в* - вид ззаду; 1, 2 - бічні стінки; 3, 4 - планки; 5 - лапа; 6, 7 - плоскі диски; 8 - патрубок

Рисунок 1.5 – Леміш для розкидного посіву

У передній боковій стінці 1 корпусу є патрубок 8 насіннепроводу для подачі насіння в підлаповий простір, де розташований розсіювач розподільник насіння. Односторонні лапи 5 виконані праворіжучими і ліворіжучими для першого і другого ряду сошників. Лезо лапи 5 сошника і

робочі ріжучі кромки дисків 6 і 7 розташовані на одній лінії. Бічні торці лапи 5 є і чистиками дисків. Диски 6 і 7 можуть бути встановлені під невеликим кутом 3 ... 7° до напрямку руху.

При русі сошника в ґрунті лапа 5 утворює борозенку з ущільненим дном. Насіння, проходячи через патрубок 8, насіннєспровід сошника і відбиваючись розсіювачем, розподіляються по ширині борозни. Шар ґрунту, піднятий лапою 5, завдяки обертовим дискам 6 і 7 без істотного зсуву і перемішування з верхніми шарами закриває борозну, закладаючи насіння нижнім, більш вологим ґрунтом рівномірної товщини.

Конструкція даного сошника дозволяє утворити більш ущільнене ложе для насіння і закладати його нижнім, більш вологим ґрунтом з мінімальним перемішуванням з верхніми шарами.

Однак запропонована конструкція має і недоліки, властиві анкерним сошникам, і складність конструкції.

Для створення щільного контакту насіння з ґрунтом розроблений комбінований дисковий сошник зерновий сівалки [21].

Комбінований дисковий сошник зерновий сівалки включає розташовані на осі 1 (рисунок 1.6) з підшипниковим вузлом 2 ніж у вигляді гладкого диска 3 із заточкою по колу і насіннєвдавлюючий елемент у вигляді циліндричного диска 4 меншого діаметру, виготовлений із фторопласта. Ширина циліндричного диска 4 порівнянна з розмірами насіння і становить 12 ... 15 мм. Диски з'єднані між собою гвинтами 5. У передній частині до дисків примикає насіннєтукопровід 6 і борозноутворюючий робочий орган у вигляді стійки 7 з наральником 8. Тяга пов'язує сошник з повідцем 9 сівалки. На тязі за гладким диском 3 розміщений чистик 10. До задньої частини тяги закріплений на гнучкій підвісці загортач 11. З протилежного від гладкого диска 3 боку встановлений щиток.

Заглиблення дискового комбінованого дискового сошника регулюють величиною стиснення пружини, що діє на поводок 9 сівалки, і зміною кута входження наральника 8 в ґрунт.

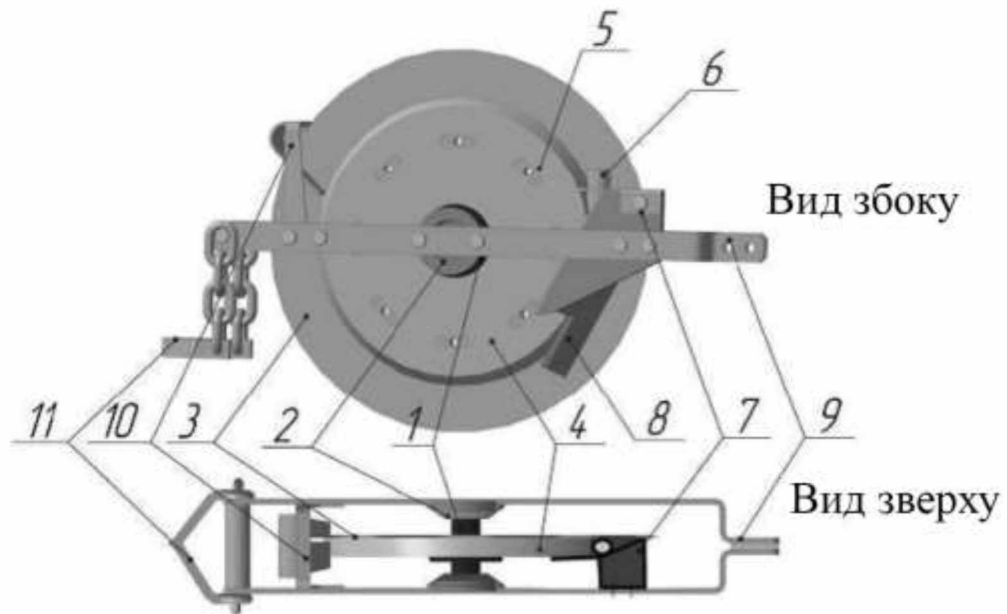


Рисунок 1.6 – Комбінований дисковий сошник

До переваг цього сошника можна віднести те, що він утворює пухкий надрасіновий шар ґрунту, що забезпечує хорошу аерацію, що не перешкоджає виходу проростків на денну поверхню, як це відбувається при поверхневому накопченні ґрунту; за рахунок скидання насіння безпосередньо під насіннєвдавлюючий диск здійснюється більш рівномірний розподіл їх в рядку; за рахунок пухкого ґрунту і низької вологості верхнього шару створює несприятливі умови для насіння бур'янів в зоні рядка.

У запропонованій конструкції комбінованого сошника борозенка формується похило встановленим наральником, що, на відміну від дискового сошника, вимагає підвищеного тягового зусилля.

Перераховані вище комбіновані зароблюючі робочі органи мають прикатуючі катки, які вдавлюють насіння в дно борозенки, утвореною будь-яким типом сошника. В результаті насіння укладаються на щільне ложе і закладаються зверху пухким ґрунтом. Однак такі сошники відрізняються складністю конструкції і великою матеріаломісткістю. Використовувані в них борозноутворюючі органи килеподібні, анкерного, дискового типу володіють тими ж недоліками, що і прості сошники, а насіннєвтискаючі катки, коли працюють у вологому ґрунті, залипаються ним і виносять насіння

на поверхню. Щоб цього не відбувалося необхідно усунути контакт робочих частин сошника з насінням і разом з тим забезпечити ущільнення дна борозенки.

Висновки і завдання досліджень

1. Аналіз літературних джерел показав, що у вітчизняній і зарубіжній практиці перевага надається рядовому посіву зернових культур дисковими сошниками і сошниками для ґрунто-розкидного посіву насіння.

2. Широко розповсюджені серійні зернові сівалки з дисковими сошниками не в повній мірі відповідають агротехнічним вимогам по рівномірності висіву насіння по глибині.

3. Одним з найбільш перспективних шляхів підвищення ефективності дискових сівалок типу СЗ-3,6 є вдосконалення робочого органу – сошника, що забезпечує ущільнення дна борозенки і контакт насіння з дном борозенки і рівномірне укладання за глибиною залягання.

У зв'язку з цим метою даного дослідження є підвищення ефективності посіву зернових культур шляхом вдосконалення технологічного процесу розподілу насіння по глибині.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- на основі аналізу літературних джерел визначити перспективний напрямок вдосконалення дискових сошників зернових сівалок і обґрунтувати конструктивно-технологічну схему заробляючого робочого органу;
- провести теоретичні дослідження технологічного процесу загортання насіння з рівномірним розподілом його по глибині;
- експериментально дослідити вплив конструктивних параметрів притискної пластини на рівномірність укладання насіння по глибині загортання;
- визначити економічну ефективність.

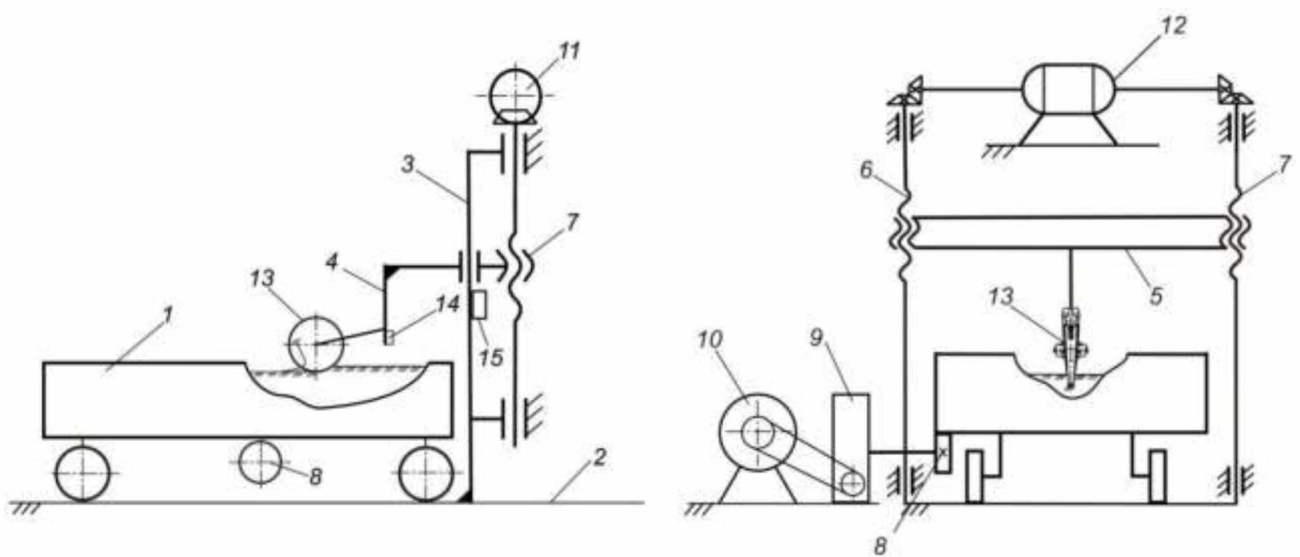
РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Прилади та обладнання для досліджень

Для визначення опору переміщенню сошника з притискною пластиною використовували ґрунтовий канал.

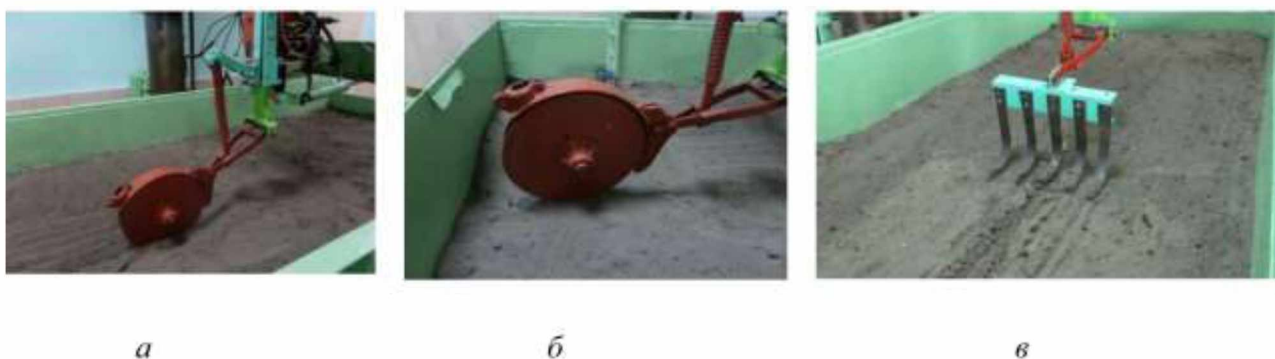
Ґрунтовий канал включає в себе візок 1 (рисунок 2.1), встановлений з можливістю переміщення на котках по рейках 2 основи нерухокої стійки 3, кронштейн 4, встановлений на порталі 5 з можливістю переміщення уздовж нього і в вертикальному з порталом 5 – за допомогою гвинтових пар 6 і 7.



1 - візок; 2 - рейки; 3 - нерухома стійка; 4 - кронштейн; 5 - портал; 6, 7 - гвинтові пари; 8 - зубчато-рейкова передача; 9 - редуктор; 10 - електродвигун приводу візка; 11 – конічна передача; 12 - електродвигун приводу порталу; 13 - робочий орган; 14 - тензометричний міст; 15 - пульт управління

Рисунок 2.1 – Схема експериментальної установки

Привід візка здійснюється зубчасто-рейковою передачею 8 від редуктора 9 і електродвигуна приводу візка 10. Привід порталу складається з конічної передачі 11 від електродвигуна 12. Робочий орган 13 прикріплюється до кронштейну 4. На рисунку 2.2 представлені експериментальні робочі органи зернової сівалки.



а - серійний сошник; *б* - вдосконалений сошник, *в* - касета притискних пластин

Рисунок 2.2 – Експериментальні робочі органи

На протилежній від робочого органу стороні кронштейна 4 встановлений реєстраційний датчик з робочими елементами, що дозволяють проводити реєстрацію діючих горизонтальних і вертикальних зусиль.

Зміна висоти підвісу – глибини ходу – робочого органу здійснювали переміщенням порталу у вертикальному напрямку. Для утворення подальшої борозни робочий орган переміщали в поперечному напрямку щодо візка.

Рух візка в обох напрямках, з можливістю ступеневої зміни швидкості, забезпечувався за допомогою гідроприводу, що включає регульований гідродвигун обертового дії.

Реєстраційний датчик являє собою потенціометричний тензорезистор з високим коефіцієнтом тензочутливості, наклеєний на пружний елемент – тензометричне кільце. Пружні деформації, що виникають при взаємодії робочого органу з ґрунтом, призводять до пропорційної зміни електроопору

тензодатчика. В ході проведення лабораторних досліджень визначали вплив геометричних параметрів серійного, удосконаленого сошників і пластин на опір переміщенню.

Величину опору переміщенню робочих органів, діюче зусилля фіксували за допомогою наступних приладів і обладнання: штангенциркуль, вимірвальна лінійка, рулетка для вимірювання довжини переміщення робочих органів і глибини борозноутворення, прилад МІС-018 для зняття і реєстрації показань діючих зусиль.

При дослідженні вищезазначених робочих органів визначали взаємозв'язок статичного тиску з опором переміщенню.

2.2. Методика визначення кутів і коефіцієнтів тертя

Для реалізації поставленого завдання по визначенню кутів і коефіцієнтів тертя по тертьовим поверхням «грунт – сталь», «грунт – насіннєвий матеріал» використовували похилу площину (рисунок 2.3).

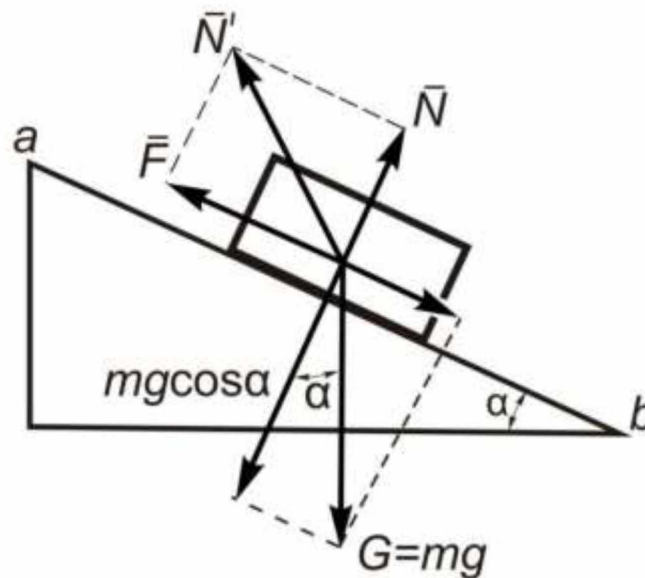


Рисунок 2.3 – Схема для визначення кута тертя

На похилій площині мали навіску ґрунту або насіннєвого матеріалу з силою тяжіння G . Розкладемо цю силу на складові: нормальну до площини –

$G \cos \alpha$ і паралельну площині – $G \sin \alpha$, яка є рушійною силою. Нормальна реакція N , що діє з боку похилій площині, дорівнює:

$$\bar{N} = \bar{G} \cos \alpha. \quad (2.1)$$

При рівномірному переміщенні вниз рушійна сила $G \sin \alpha$ буде дорівнювати по модулю силі тертя $F_{\text{тр}}$.

Якщо рушійна сила $G \sin \alpha > F_{\text{тр}}$, то тіло буде рухатися прискорено [22]:

$$G \sin \alpha - F_{\text{тр}} = am = a \frac{G}{g}, \quad (2.2)$$

де a – прискорення, з яким тіло ковзає по похилій площині, м/с².

Приймаючи рух рівноприскореним:

$$S = \frac{a \cdot t^2}{2}, \quad a = \frac{2S}{t^2}. \quad (2.3)$$

де S – переміщення тіла, м;

t – час переміщення, с.

Підставляємо a в рівняння (2.2) і вирішуємо його:

$$G \sin \alpha - F_{\text{тр}} = am = \frac{2SG}{t^2 g}, \quad (2.4)$$

$$G \sin \alpha - fG \cos \alpha = G \frac{2S}{gt^2},$$

$$f = \operatorname{tg} \alpha - \frac{2S}{gt^2}.$$

Похила площина являє собою стіл, рама якого зварена з куточків з габаритними розмірами $1000 \times 500 \times 800$ мм.

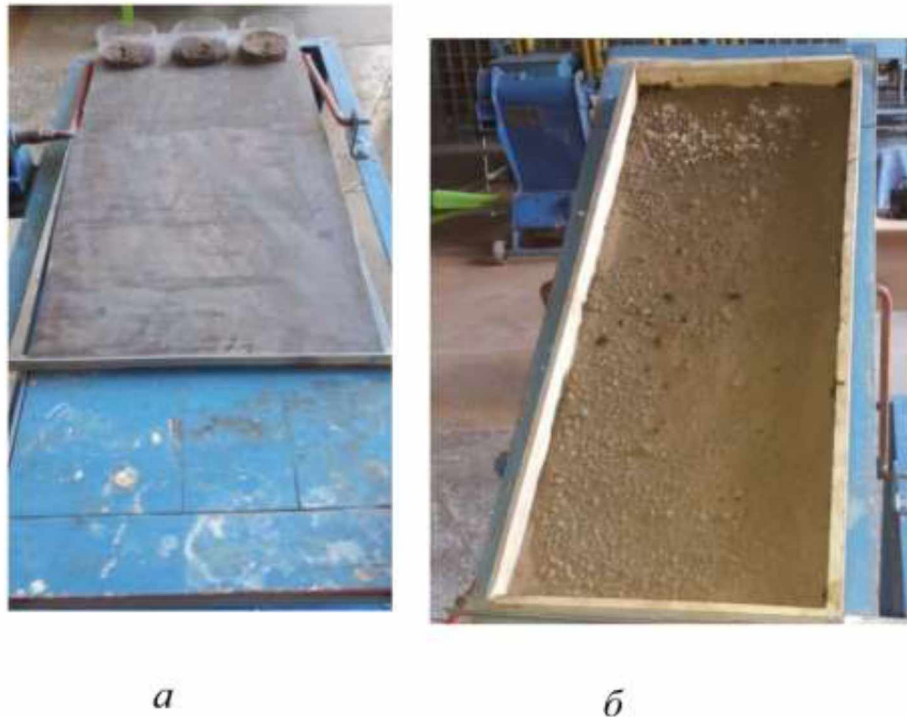
На лівому верхньому куточку рами за допомогою болтів встановлено черв'ячний редуктор. Черв'як редуктора приводиться в обертання за допомогою рукоятки, насадженої на вал черв'яка. Також до рами болтами закріплені дві опори П-подібної скоби, з'єднаною з валом черв'ячного колеса редуктора. За допомогою скоби підйом платформи можна здійснити на кут від 0 до 50°. Габаритні розміри платформи – 1000×360 мм. Для відліку кута

нахилу платформи встановлений транспортер. Платформа забезпечена куточком, який служить упором для плоских поверхонь.

Установкою на платформу сталеві пластини і шару ґрунту виходить відповідна поверхня для визначення коефіцієнтів тертя.

Дослід проводиться в наступній послідовності. Визначення кута тертя спокою f_0 «ґрунт – сталь» і «ґрунт – насіннєвий матеріал»:

а) на горизонтальній платформі закріплюється сталевий лист з встановленими зразками різних типів ґрунтів, насіннєвого матеріалу (рисунок 2.4).



a - сталева поверхня; *б* - поверхня ґрунту

Рисунок 2.4 – Похила площина

б) за допомогою черв'ячного редуктора повільно нахиляється платформа до моменту початку руху зразка;

в) кут нахилу платформи в момент початку руху зразка визначається за шкалою транспортера α_0 . Цей кут і є кутом тертя спокою $\alpha_0 = \theta_0$. Коефіцієнт тертя спокою f_0 визначається за формулою:

$$f_0 = \operatorname{tg} \varphi_0. \quad (2.5)$$

г) дослід повторюється з трикратною повторністю. З отриманих даних визначається середньоарифметична величина коефіцієнта тертя спокою для даного зразка (грунту, насіння) по сталевому листу і по поверхні ґрунту.

2.3. Методика визначення фізичних властивостей ґрунту

Для дослідження фізичних властивостей ґрунту використовували такі вимірювальні інструменти, обладнання та прилади:

- штангенциркуль ШЦ-I-125-0,05 ГОСТ 166-89 і металева лінійка згідно з ГОСТ 427-75 для вимірювання розмірів пластини і глибини деформації зразка ґрунту (рисунок 2.5, а);



а



б

а - штангенциркуль, металева лінійка, різучі циліндри, бюкси; *б* - електронні ваги ВК-1500

Рисунок 2.5 – Вимірювальні інструменти, спеціальні пристосування і обладнання

- спеціально пристосовані однакового об'єму і маси різучі циліндри з заточеною нижньою кромкою для відбору однакових об'ємів зразків пухкого і ущільненого ґрунту (рисунок 2.5, а);

- електронні ваги високого класу точності ВК-1500 для зважування відібраних однакових зразків об'ємів пухкого і ущільненого ґрунту (рисунок 2.5, б);

- бюкси для укладання відібраних однакових зразків об'ємів пухкого і ущільненого ґрунту;
- сушильну шафу «СУ-2М» для визначення вологості і щільності відібраного зразка ґрунту.

Для визначення щільності ґрунту здійснювали сушку відібраних проб ґрунту в сушильній шафі СУ-2М.

Висушування проводили при температурі 105°C протягом 8 годин. Після цього зразки зважували і піддавали контрольному висушуванню протягом двох годин з наступним зважуванням до досягнення різниці у вазі зразків між двома просушуваннями не більше 0,05 м

Висновки

1. Використана методика визначення основних фізико-механічних характеристик ґрунту.
2. Запропонована методика проведення експериментальних досліджень.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Аналіз технологічного процесу посіву

Існуючий технологічний процес посіву відбувається за наступною схемою (рисунок 3.1).

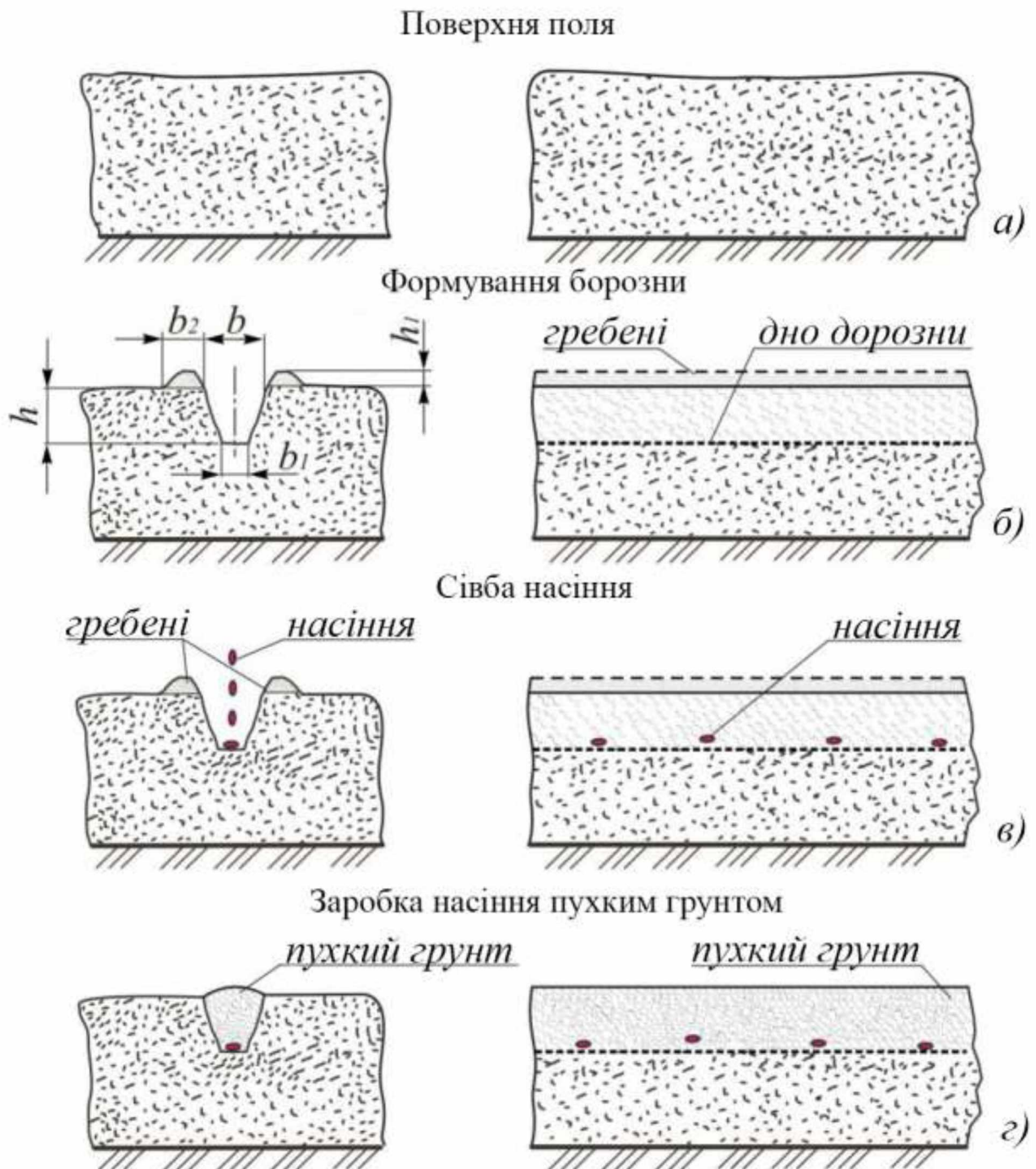
У підготовлену під посів поверхню поля (див. рисунок 3.1, а) впроваджуються робочі органи на певну глибину h . В результаті врізання відбувається розсування ґрунту в сторони, утворюються гребені шириною b_2 і висотою h_1 і формуються стінки борозенки трапецієподібного поперечного перерізу з розмірами: ширина b і b_1 , висота h_1 (див. рисунок 3.1, б). В утворену борозенку висівається насіння (див. рисунок 2.1, в) і закриваються зверху шаром пухкого ґрунту (див. рисунок 3.1, г).

Виконання пропонованого технологічного процесу сівби відбувається наступним чином (рисунок 3.2).

У пропонованому технологічному процесі утворення гребенів, формування борозенки трапецієподібного поперечного перерізу і висів насіння відбувається аналогічно існуючій технології посіву (див. рисунок 3.2, а, б, в). Основна відмінність пропонованого технологічного процесу посіву полягає в наступному: після висіву насіння вдавлюється в дно борозенки (див. рисунок 3.2, г) і одночасно відбувається ущільнення ґрунту дна борозенки (див. рисунок 3.2, д).

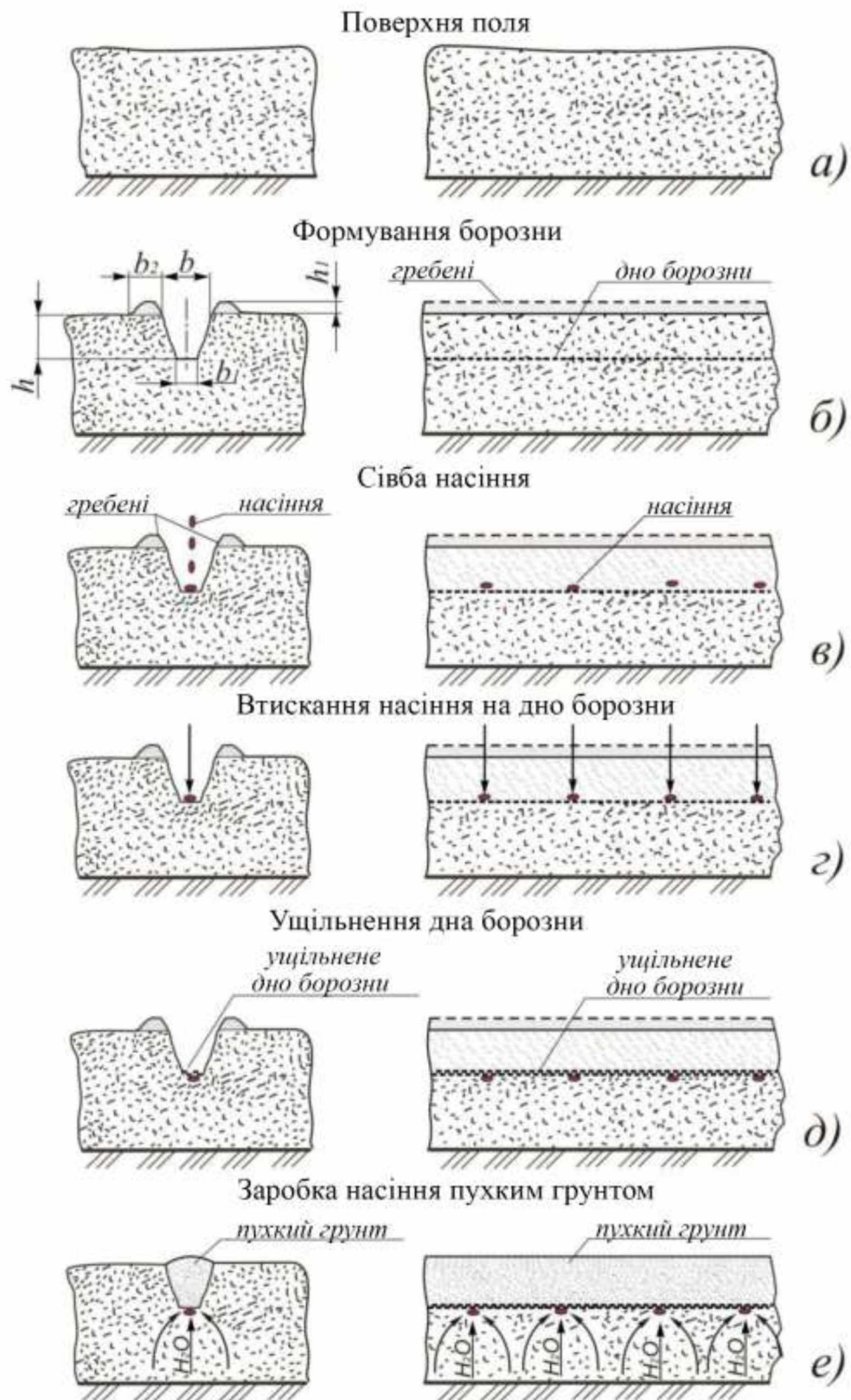
Наступна операція – насіння закладається зверху шаром пухкого ґрунту (див. рисунок 3.2, е). В результаті вдавлення насіння в дно борозенки з одночасним ущільненням ґрунту дна борозенки забезпечується підвищений контакт насіння з дном борозенки, рівномірність розміщення його по глибині і необхідний приплив вологи до насіння з нижніх шарів ґрунту, який сприяє

його швидкому проростанню і появи сходів, поліпшенню умов розвитку культурних рослин.



a - поверхня поля; *б* - формування борозенки; *в* - висів насіння; *г* - закладення насіння пухким ґрунтом

Рисунок 3.1 – Схема існуючого технологічного процесу сівби



а - поверхня поля підготовлена під сівбу; б - формування борозенки; в - сівба насіння; г - вдавнення насіння на дно борозенки; д - ущільнення дна борозенки; е - закладення насіння пухким ґрунтом

Рисунок 3.2 – Схема пропонованого технологічного процесу рядового посіву

Розміри гребенів і борозенок залежать від типу і конструктивних параметрів робочих органів та їх глибини ходу.

Принцип роботи сівалки. З установленими на задану норму висіву висіваючими апаратами і глибину загортання насіння з опущеними в робоче положення сошниками сівалка приводиться в рух трактором, що агрегатуються.

Висіваючі апарати, які приводяться від опорних коліс 4, проводять відбір насіння і туків, що надходять до них з зернотукового ящика 1 і направляють їх в насіннєпроводи 9. Насіння під дією сили тяжіння надходить по насіннєпроводу в направляч насіння сошників і укладається на дно борозенок, утворених дводисковими серійними і вдосконаленими (див. рисунок 3.3) сошниками 10. Встановлені за сошниками загортачі 8 закривають насіння зверху пухким ґрунтом, ланцюговий шлейф 7 вирівнює поверхню поля.

Сошник складається з корпусу, двох плоских дисків, встановлених на розміщених в корпусах шарикопідшипниках, кронштейна повідка, напрямителя насіння, притискної пластини. Остання виконана увігнутою у вигляді балки рівного опору і верхньою частиною встановлена паралельно напрямителю насіння з нахилом вперед. Увігнутість поступово переходить в криволінійну ділянку (радіус) притискної пластини.

Таким чином, притискна пластина вирівнює розташування насіння по глибині загортання і ущільнює ґрунтове середовище навколо насіння, створюючи хороший контакт насіння з ґрунтом, що володіє високою капілярністю. Це сприяє постачанню насіння необхідною ґрунтовою вологою, і, як наслідок, забезпечує умови для інтенсивного його проростання, продуктивного розвитку рослин і підвищення врожайності культурних рослин.

виключають накопичення ґрунту перед собою, тобто кут між дотичною до ущільнювача і горизонталлю ψ повинен задовольняти умові [23]:

$$\psi < \frac{\pi}{2} - \varphi_0, \quad (3.1)$$

де φ_0 – кут тертя ґрунту об поверхню ущільнювача, град.

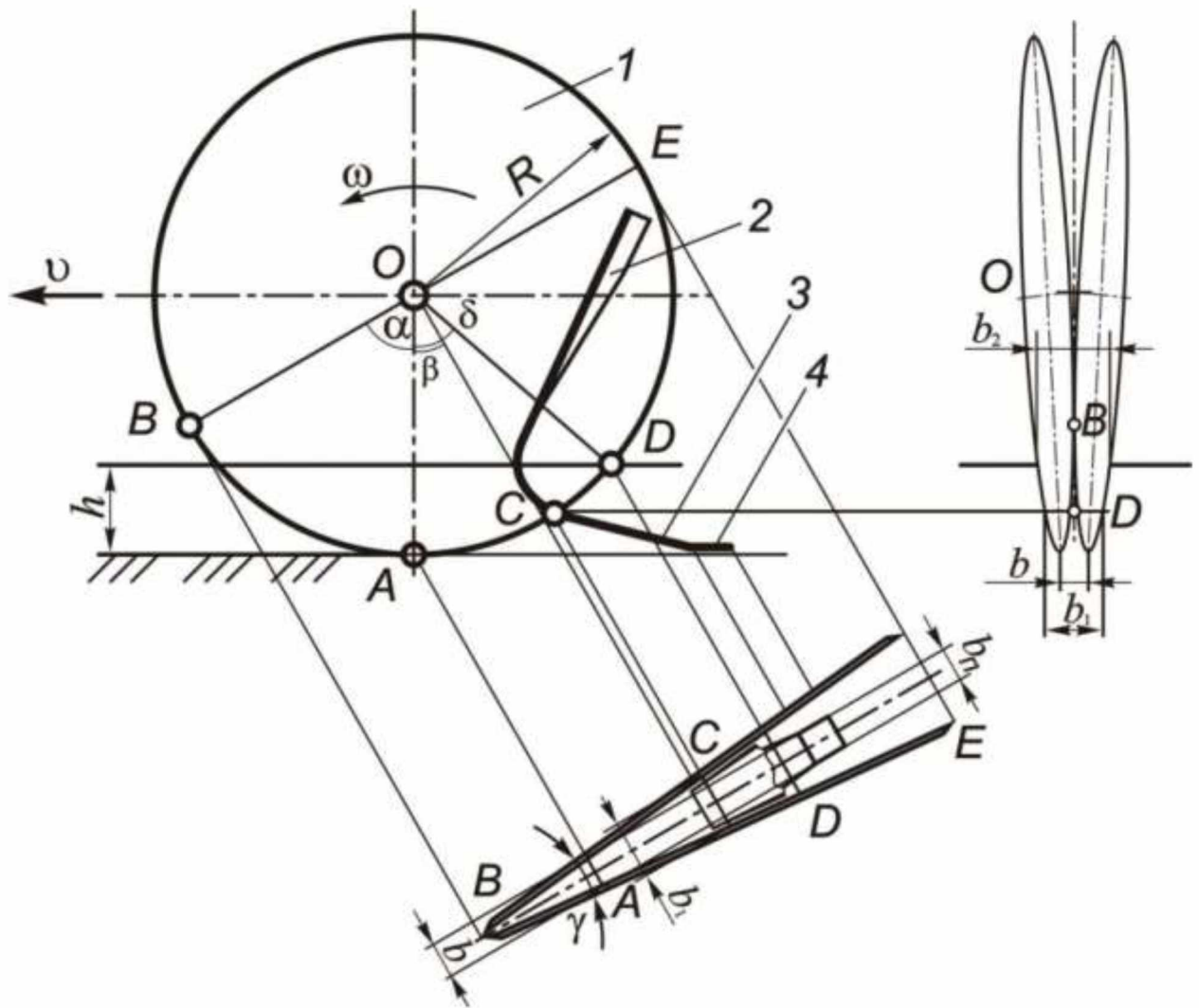
В результаті взаємодії частинок ґрунту і дна борозенки з хвостовиком притискної пластини відбувається одночасне ущільнення цих частинок і згладжування поверхневих його шарів.

Притискна пластина встановлена в міждисковому просторі з можливістю пружного деформування під дією сили опору ґрунтових грудочок і сприяє їх руйнуванню, а також не перешкоджає обертанню дисків. Ширина b_n робочої частини пластини, що контактує з ґрунтом і деформуючою її, визначається відповідно до конструктивних параметрів сошника (див. рисунок 3.4): радіусом R (або діаметром D) диска, кутом між дисками γ і кутом α , визначальним розташування точки B сходу дисків [23].

Притискна пластина виготовляється з ресорно-пружинної сталі 65Г, яка характеризується підвищеною зносостійкістю і відносно невисокою вартістю. Вона виконана увігнутою у вигляді балки рівного опору, верхньою частиною прикріплена до корпусу паралельно напрямителю насіння з нахилом вперед. Похила ділянка – деформатор 3 (рисунок 3.4) – притискної пластини 2 оснащений горизонтальним хвостовиком 4 [24].

Щоб притискна пластина ковзала по дну борозенки, виключаючи накопичення ґрунту перед собою, а горизонтальним хвостовиком вдавлювала насіння в ґрунт, забезпечуючи рівномірність розподілу насіння по глибині і ущільнене середу навколо них, кут нахилу деформатора ψ відносно дна борозенки повинен бути менше кута тертя φ ґрунту об матеріал притискної пластини, тобто $\psi < \varphi$ [25].

Геометричну форму притискної пластини зумовлює її розташування на сошнику. Ширина елементів притискної пластини залежить від місця її кріплення і ширини борозенки, утвореною сошником в процесі роботи.



1 - диски 2 - притискна пластина 3 - деформатор 4 - хвостовик

Рисунок 3.4 – Схема дискового сошника з притисною пластиною

У серійному сошнику в місці кріплення притисної пластини встановлюються очистки для запобігання налипанню ґрунту. Ширина верхньої частини притисної пластини – рукояті – b_p .

Ширина борозенки b утвореної дводисковим сошником з кутом розташування дисків γ , в нижній його частині – точці A дорівнює [25]:

$$b = 2R(1 - \cos \alpha) \sin \frac{\gamma}{2}, \quad (3.2)$$

де R - радіус диска сошника, м; згідно з даними заводу-виготовлювача $R = 175 \text{ мм} = 0,175 \text{ м}$; α - кут, що визначає розташування точки B сходу

дисків, град .; для сошників сівалки СЗ-3,6, призначених для рядового посіву $\alpha = 50^\circ$ [26].

З урахуванням сумарних зазорів Δb між корпусом і дисками [26]:

$$b_n = 2R(1 - \cos \alpha) \sin \frac{\gamma}{2} + \Delta b, \quad (3.3)$$

де Δb – зазор між внутрішньою стороною плоских дисків і притискною пластиною, на рисунку 3.4 не показано.

Розмір b_n визначає ширину хвостовика 4 притискної пластини.

Відстань між дисками b_l на рівні виходу притискної пластини за габарити дисків - в точці С [26]:

$$b_l = 2R[1 - \cos(\alpha + \beta_{нд})] \sin \frac{\gamma}{2}, \quad (3.4)$$

де $\beta_{нд}$ – кут, що визначає розташування початкової точки похилої частини пластини – деформатора, град.

Найбільша відстань між дисками b_2 на рівні поверхні поля при глибині ходу a так само [27]:

$$b_2 = 2R[1 - \cos(\alpha + \delta)] \sin \frac{\gamma}{2}, \quad (3.5)$$

де

$$\delta = \arccos \frac{R - h}{R}, \quad (3.6)$$

Для створення на глибині висіву h ущільненого ложа для насіння зі щільністю скелета ґрунту дна борозни ρ необхідний тиск p і кут зовнішнього тертя сталі і ґрунту $\varphi \geq \psi$. Довжина l прямої похилої ділянки притискної пластини – деформатора – залежить від значень кутів β і ψ і товщини шару ґрунту h' , що зминається похилою частиною пластини.

3.3. Результати дослідження за визначенням опору переміщенню сошника

Дослідження проводилися з метою визначення залежності опору переміщенню серійного і вдосконаленого сошників від зміни глибини ходу h і швидкості руху v .

Глибину ходу сошників прирівнювали до глибини загортання насіння, що знаходиться в діапазоні $h = 0,03 \dots 0,08$ м і змінювалася з інтервалом $0,005$ м, а швидкості – в діапазоні $v = 2 \dots 4$ м/с з інтервалом $0,4$ м/с.

На кожній глибині при встановленій швидкості визначався опір переміщенню сошників. Оскільки максимальна швидкість переміщення візка ґрунтового каналу не перевищує $0,5$ м/с, опір переміщенню сошників при швидкостях вище зазначеної визначали методом екстраполяції з урахуванням того, що, згідно з [28], збільшення питомого опору сівалок при збільшенні швидкості на 1 км/год. становить $1,5 \dots 3\%$. На підставі проведених досліджень побудовані графічні залежності зміни тягового опору, представлені на рисунках 3.5 і 3.6.

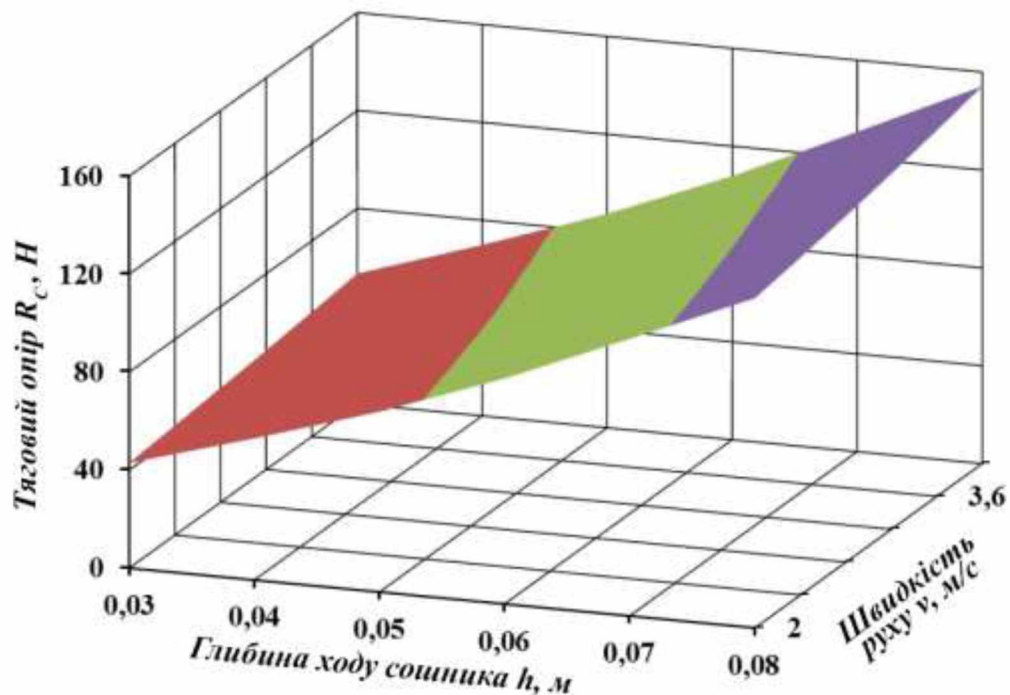


Рисунок 3.5 – Експериментальна залежність тягового опору серійного сошника

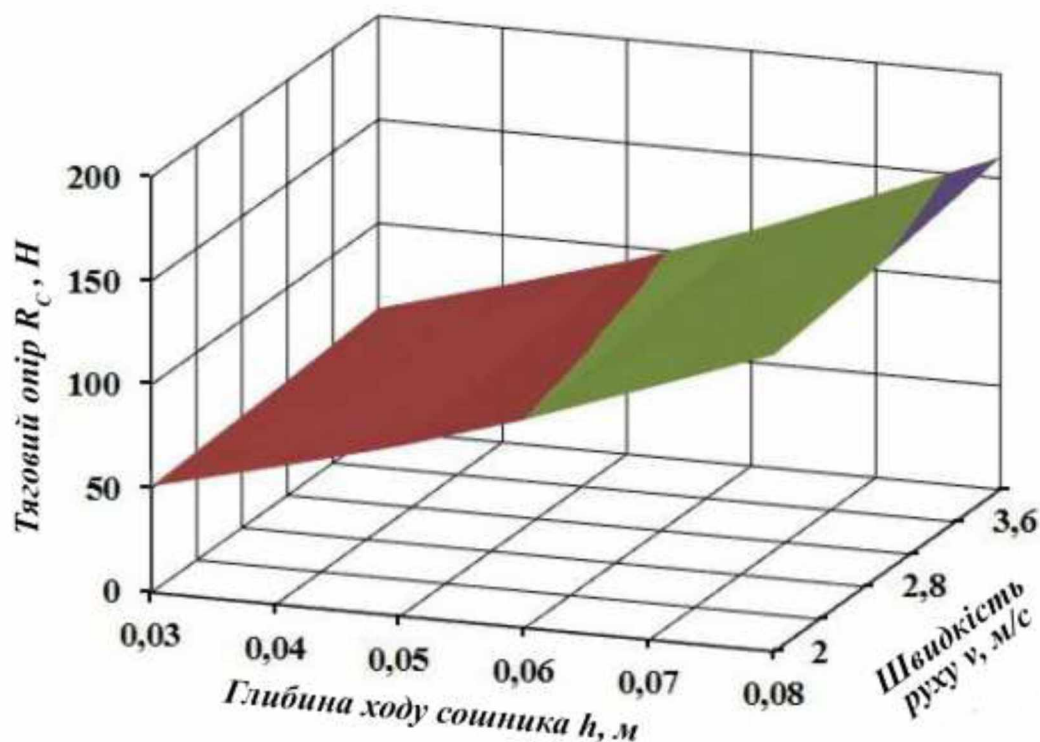


Рисунок 3.6 – Експериментальна залежність тягового опору вдосконаленого сошника

Слід зазначити, що відповідно до агротехнічних вимог в посушливих районах з нестачею в ґрунті вологи рекомендується проводити посів на глибину 6-8 см. При цьому гарну якість борозноутворення відбувається при швидкості до 2,5 м/с, а з подальшим підвищенням швидкості якість борозноутворення погіршується.

Встановлено, що для серійного сошника зі збільшенням глибини ходу серійного сошника відповідно агротехнічним вимогам, що пред'являються до посіву, від 0,03 до 0,08 м відбувається збільшення опору переміщенню на 31,9%, тоді як збільшення швидкості з 2 до 4 м/с призводить до підвищення опору переміщенню сошника лише на 5,2%. Аналогічна ситуація простежується і для вдосконаленого сошника, що відповідає підвищенню опору переміщенню на 35,8% і 5,5% відповідно.

Опір переміщенню вдосконаленого сошника в середньому на 3,9% більше в порівнянні з серійним сошником і знаходиться в межі допустимої

похибки досліду. Дана обставина можна пояснити тим, що наявність притискної пластини на вдосконаленому сошнику створює додатковий опір переміщенню, однак пластина, що рухається слідом за сошником, переміщається по попередньо утвореній плоскими дисками борозні і його значення залишається незмінним при зміні глибини.

3.4 Дослідження коефіцієнтів тертя різних типів поверхонь, що труться

Сучасний механізований процес посіву зернових культур має на увазі взаємодію робочих органів з ґрунтом. Тому при аналізі роботи сошника, впливу його на якість посіву необхідно вивчення фізико-механічних властивостей різних поверхонь, що труться, задіяних в процесі посіву.

Таким чином, аналіз фізико-механічних властивостей поверхонь, що труться дозволить забезпечити раціональну роботу посівної машини і обґрунтувати конструктивні параметри робочих органів.

Для визначення і обґрунтування основних конструктивних параметрів сошника були досліджені кути і коефіцієнти тертя наступних тертьових поверхонь: «сталь – суглинний ґрунт», «сталь – супіщаний ґрунт», «насіннєвий матеріал – сталь», «насіннєвий матеріал – поверхню ґрунту».

Результати вимірів величин, виконаних при визначенні фізико-механічних властивостей поверхонь тертя, являють собою, як правило, ряди цифр, що мають певне відхилення відносно середньої величини.

Всі експериментальні дані, отримані при проведенні дослідів, обробляли методами математичної статистики за відомими формулами. В кожному наступному розділі роботи викладаються тільки повторності дослідів.

Значення кутів тертя для різних пар тертя представлені в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Кути тертя поверхонь

Тертьові поверхні	Кут тертя φ_1	Кут тертя φ_2	Кут тертя φ_3	Середнє значення кута тертя φ
1	2	3	4	5
1. Сталь – суглинистий ґрунт				
1	25,0	25,5	26,0	
2	24,5	25,0	25,5	
3	25,0	25,5	25,5	
4	24,0	25,5	26,0	
5	24,0	24,5	26,0	
середнє	24,5	25,2	25,8	25,16
2. Сталь – супіщаний ґрунт				
1	22,0	23,5	24,5	
2	22,5	23,0	24,0	
3	23,0	23,7	24,7	
4	23,5	24,0	24,2	
5	22,3	23,5	23,8	
середнє	22,6	23,4	24,2	23,40
3. Озима пшениця – сталь				
1	19,5	21,0	20,0	
2	18,1	21,4	20,3	
3	19,7	21,3	20,4	
4	18,3	21,5	21,2	
5	18,7	21,5	20,8	
середнє	18,86	21,34	20,54	20,25
4. Яра пшениця – сталь				
1	22,0	22,0	23,5	
2	22,5	22,4	23,7	
3	21,8	21,9	23,7	
4	22,2	22,1	23,9	
5	21,8	22,7	23,8	
середнє	22,06	22,22	23,72	22,66
5. Ячмінь – Сталь				
1	22,0	23,0	22,5	
2	21,5	22,5	22,0	
3	21,3	23,2	22,2	
4	22,1	23,4	22,5	
5	22,4	22,5	22,7	
середнє	21,86	22,92	22,38	22,38

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5
6. Яра пшениця – ґрунт				
1	30,0	34,3	33,2	
2	31,8	31,6	32,4	
3	31,7	31,2	30,6	
4	30,5	30,8	30,2	
5	32,2	34,0	35,0	
середнє	31,24	32,38	32,28	31,97
7. Озима пшениця – ґрунт				
1	32,0	32,3	32,6	
2	32,8	32,6	32,4	
3	32,7	32,2	33,0	
4	32,5	32,8	32,2	
5	32,3	33,0	33,0	
середнє	32,46	32,58	32,64	32,56
8. Ячмінь – ґрунт				
1	31,1	32,0	31,6	
2	31,8	31,6	31,3	
3	31,0	31,2	32,0	
4	31,4	31,2	31,2	
5	31,3	31,0	31,7	
середнє	31,32	31,40	31,56	31,42

За результатами математичної обробки дослідних даних коефіцієнт варіації склав менше 10%. Це вказує на незначний ступінь розсіювання даних, а сукупність даних є однорідною. Помилка проведених дослідів склала менше 5%.

3.5. Результати досліджень пружних властивостей елементів сошника

Одним з основних агротехнічних вимог до технологічної операції посіву є забезпечення заданої глибини загортання насіння, яка визначається глибиною ходу сошників. Сошники дискових сівалок регулюються за допомогою єдиного регулятора заглиблення і зміною величини стиснення пружин на натискних штангах. З метою підвищення ефективності сівалки за

рахунок рівномірності розподілу і закладення насіння по глибині в конструкцію дводискового сошника внесена притискна пластина. Вона забезпечує притискання насіння на дно борозенки і м'яке ґрунтові грудочки.

Зусилля визначається жорсткістю притискної пластини, виконаної у вигляді кривої консольно закріпленої до корпусу сошника балки.

Лабораторними дослідженнями визначалася жорсткість пружних елементів удосконаленого сошника.

Результати розрахунку деформації циліндричної пружини представлені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати досліджень пружних властивостей циліндричної пружини повідка сошника

Параметри пружини						Осадка пружини				
D_n , мм	$D_{вн}$, мм	D_c , мм	d , мм	l_0 , мм	n	F , Н	0	100	200	300
36,5	26,5	31,5	5,0	420	42	λ_e , мм	0	22	44	66
						λ_m , мм	0	21	42	63
						L , мм	0	398	375	356

В результаті проведених випробувань прогин притискної пластини склав 1,2 мм при приміщенні на чашу гирі вагою 1 кг, 2,4 мм при 2 кг і 6,0 мм при 5 кг відповідно.

За отриманими експериментальними даними побудовано залежності зусилля стиснення F циліндричної пружини від величини деформації (рисунок 3.7) і величини деформації δ_n притискної пластини від прикладеного навантаження F (рисунок 3.8).

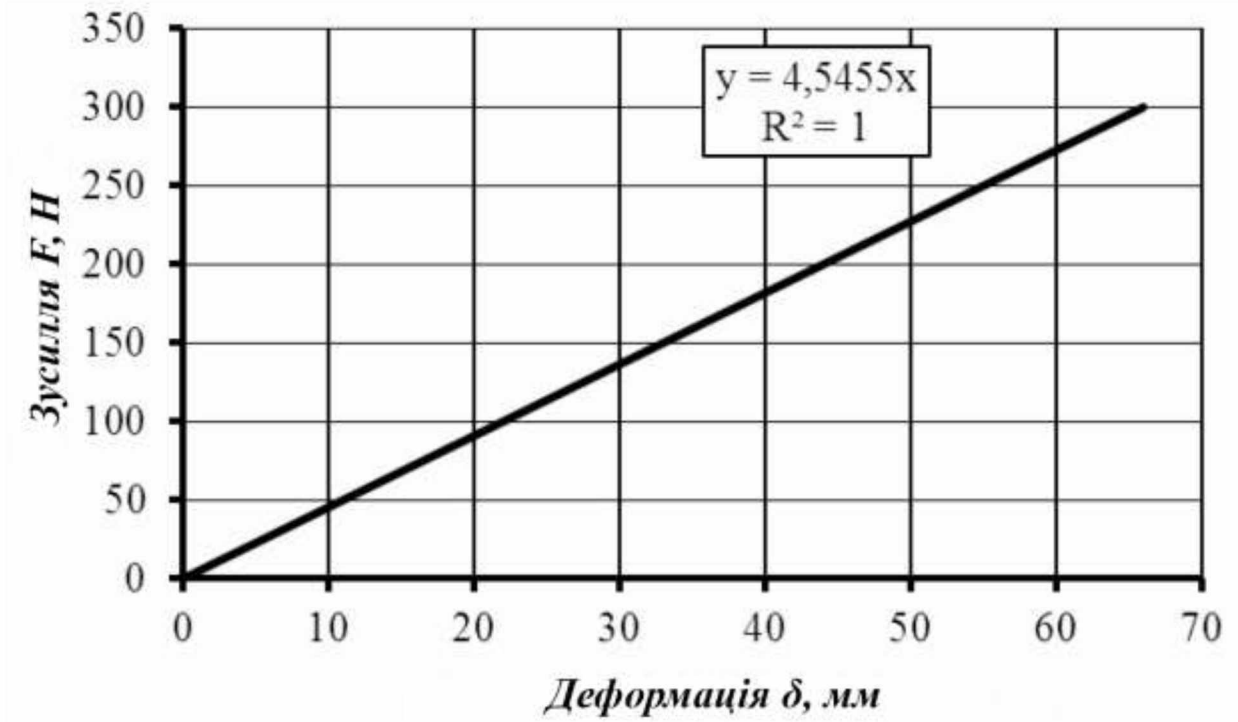


Рисунок 3.7 – Залежність зусилля стиснення циліндричної пружини від деформації

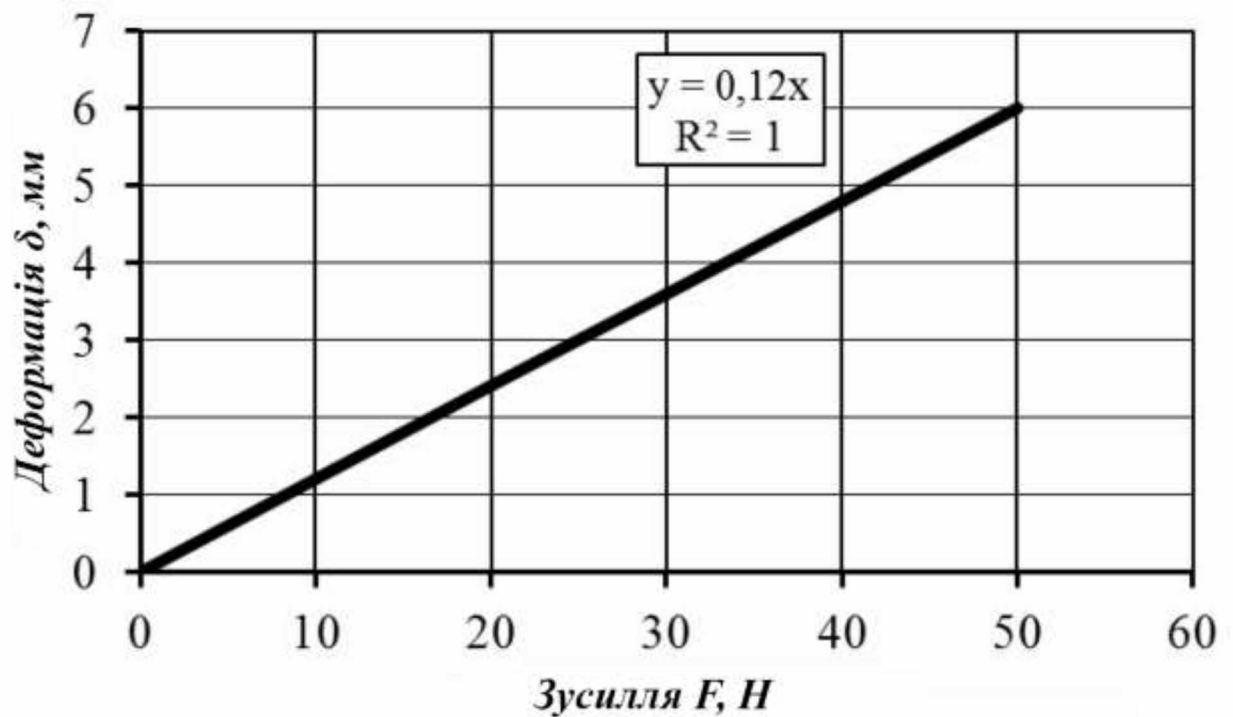


Рисунок 3.8 – Залежність величини деформації притискної пластини від прикладеного навантаження

Проведені дослідження дозволили встановити жорсткість пружних елементів удосконаленого сошника: циліндричної пружини $C = 4500 \dots 4600$ Н/м і притискної пластини $C = 7500 \dots 7600$ Н/м. Ці ланки роблять значний вплив на динаміку сошника.

Висновки

1. Запропоновано технологічний процес посіву зернових культур і конструктивно-технологічна схема дводискового сошника зернової сівалки, яка полягає в установці в міждисковому просторі притискної пластини.

2. Теоретично обґрунтовані геометричні параметри запропонованої притискної пластини: радіус кривизни перетину r , товщина пластини δ_n . При цьому для сошника оптимальна товщина пластини становить 2,5 мм при радіусі кривизни перетину $r = 52 \dots 57$ мм.

3. Лабораторними дослідженнями поверхонь, що труться, задіяних в процесі посіву, визначені кути і коефіцієнти тертя: «сталь - ґрунт» $\varphi = 25,16^\circ$, $f = 0,47$; «Сталь - пісок» $\varphi = 23,40^\circ$, $f = 0,43$; «Озима пшениця - сталь» $\varphi = 20,25^\circ$, $f = 0,37$; «Яра пшениця - сталь» $\varphi = 22,66^\circ$, $f = 0,42$; «Ячмінь - сталь» $\varphi = 22,38^\circ$, $f = 0,41$; «Яра пшениця - ґрунт» $\varphi = 31,97^\circ$, $f = 0,62$; «Озима пшениця - ґрунт» $\varphi = 32,56^\circ$, $f = 0,64$; «Ячмінь - ґрунт» $\varphi = 31,42^\circ$, $f = 0,61$. Ці значення необхідні для обґрунтування геометричних розмірів притискної пластини і визначення опору переміщенню сошника.

РОЗДІЛ 4

РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РОЗРОБОК

4.1. Екологічна експертиза розробок

Екологічна паспортизація ремонтно-обслуговуючих підприємств є одним з ефективних перспективних засобів охорони навколишнього природного середовища. Екологічний паспорт підприємства належить до його основної проектно-технічної документації. Поряд з технологічним регламентом він повинний бути на кожному підприємстві. У цьому документі наведені дані, що характеризують взаємовідносини підприємства з довкіллям.

У першій частині паспорта наводяться загальні відомості про виробництво: назва підприємства та продукції, що виробляється, район розташування, його потужність, займана площа, кількість працюючих та основні витратні величини споживаної сировини, води, енергії, палива, пари, повітря тощо, а також відомості про споживану сировину, джерела водо- і теплопостачання, короткий опис технологічних схем виробництва основної продукції, технології очищення газо- димових викидів в атмосферне повітря та стічних вод, оборотність, зберігання, транспортування та вилучення твердих відходів (назва, кількість, хімічний склад та деякі основні властивості, технологія відновлення або виготовлення), утримання приміщень і споруд, плани дій в аварійних умовах, небезпечні матеріали, відомості про кращі альтернативні технології, що застосовуються на інших підприємствах країни чи світової практики і завдають меншої шкоди довкіллю.

Характеризується також санітарно-захисна зона підприємства (площа зони, прилеглі об'єкти, її оформлення).

У другій частині паспорта відображені заплановані природоохоронні

заходи із зазначенням конкретних термінів, виконавців, обсягів і витрат, питомих і загальних газо-димових викидів в атмосферне повітря і скидів стічних вод та відходів виробництва до і після впровадження кожного заходу.

Екологічні паспорти дають змогу зробити аналіз екологічного середовища в регіоні, порівняти техніко- і еколого-економічні дані з даними інших підприємств, що характеризуються природоохоронними заходами.

Одночасно можна оцінити й ефективність застосованої технології, повноту використання матеріалів й палива, ефективність технології очищення стічних вод і газо-димових викидів.

Можна також зробити еколого-економічну оцінку збитків взагалі і завданих природі зокрема, ефективність використання палива та енергії.

Оскільки об'єкти підприємства є джерелами забруднення атмосфери і навколишнього середовища, то проводять аналіз забезпеченості технічними засобами контролю за станом навколишнього середовища, викидами забруднюючих речовин в атмосферу і дають оцінку виконання екологічних заходів, приводять дані про використання і охорону земельних і водних ресурсів, описують методи контролю за шкідливими викидами, заходи щодо їх зменшення.

Екологічні порушення (злочини) караються відповідно до вимог Кримінального кодексу України. Вимоги закону передбачають встановлення чіткого причинного зв'язку між зробленим порушенням і погіршенням навколишнього середовища.

До екологічних злочинів відносять: забруднення навколишнього природного середовища (води, повітря, ґрунту); порушення правил обороту небезпечних матеріалів і відходів.

Забруднення, виснаження поверхневих чи підземних вод, джерел питної води або зміна її природних властивостей можуть завдати шкоди сільському господарству. Оцінка завданого збитку здійснюється з урахуванням реальної вартості затрат на відновлювальні роботи та ліквідацію наслідків.

Порушення правил викиду забруднювальних речовин в атмосферу, експлуатації очисних споруд чи інших об'єктів спричиняють забруднення або зміну природних властивостей повітря, що може завдати істотної шкоди здоров'ю людини.

Шкідливий плив на ґрунти чинить забруднення їх відходами господарської діяльності, що може бути небезпечним для здоров'я людей, забруднювати сільськогосподарську продукцію і водойми.

Порушення правил охорони навколишнього середовища полягає у використанні непередбачених правилами методик, відмови від виконання відповідних робіт або в бездіяльності при необхідних обов'язках. Це може бути, зокрема, ігнорування інформації, відмова від проведення екологічної експертизи та будівництва очисних споруд, порушення правил будівництва, експлуатації і ліквідації побудованих споруд тощо.

За скоєні екологічні злочини порушники несуть правову відповідальність. Екологічне законодавство передбачає три рівні покарання: порушення; порушення, що завдали значних збитків; порушення, що спричинили смерть людей (тяжкі наслідки).

Залежно від величини заподіяних збитків це можуть бути штрафи, заборона обіймати певні посади на встановлений термін, виправні роботи та позбавлення волі на визначений законом термін.

Система екологічного менеджменту в країні визначається і регламентується Закони України «Про охорону навколишнього природного середовища» Згідно з цим законом, метою державного управління в галузі охорони довкілля є реалізація законодавства, контроль за дотриманням вимог екологічної безпеки, забезпечення проведення ефективних заходів щодо охорони навколишнього природного середовища. Отже, державний екологічний менеджмент включає чотири основні функції:

- здійснення природоохоронного законодавства;
- контроль за екологічною безпекою;
- забезпечення проведення природоохоронних заходів;

- досягнення узгодженості дій державних і громадських органів.

Ринково орієнтована економіка охоплює такі групи функцій екологічного менеджменту: реструктуризація виробництва, приватизація, створення конкурентного середовища і ринкового ціноутворення.

На рівні підприємства до загальних функцій управління належить:

- формування екологічної політики;
- визначення екологічних цілей та завдань відповідно до екологічної політики;
- розроблення стратегічного плану реалізації екологічної політики;
- розроблення та реалізація програми екологічного управління;
- формування екологічної свідомості та мотивування;
- ведення документації екологічного менеджменту;
- оперативне управління, аналіз та вдосконалення.

Виконання системоутворювальних функцій екологічної політики, визначення екологічних цілей і завдань, розроблення та реалізація екологічної програми здійснюється за допомогою екологічної експертизи. Екологічна експертиза – це науково-практична діяльність спеціально уповноважених державних органів, еколога-експертних формувань та об'єднань громадян, що ґрунтується на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці передпроектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, дія яких впливає або може негативно впливати на стан довкілля та здоров'я людей.

Основними завданнями екологічної експертизи є визначення ступеня екологічного ризику й безпеки суб'єкта господарської діяльності; встановлення відповідності вимогам екологічного законодавства; оцінка впливу різних об'єктів на довкілля, здоров'я людей та можливих негативних екологічних наслідків.

Основними принципами екологічної експертизи є:

- гарантування безпечного життя довкілля;
- наукова обґрунтованість життя довкілля;

– державне регулювання та законність.

Державну екологічну експертизу об'єктів загальнодержавного і міжобласного значення проводить управління екологічної системи України, об'єктів місцевого значення – відділи екологічної експертизи обласних управлінь екологічної безпеки.

Законом «Про екологічну експертизу», прийнятим Верховною Радою України у 1995 р., передбачено державне регулювання і управління в галузі екологічної експертизи, статус експерта, обов'язки замовників експертизи, порядок проведення експертизи, її фінансування, відповідальність за порушення та міжнародне співробітництво [31].

Висновки громадської експертизи направляють в органи, що здійснюють державну екологічну експертизу, центральні й місцеві влади, замовникам проекту.

4.2. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Охорона праці в нашій країні охоплює заходи по подальшому полегшенні умов праці на основі механізації важких і шкідливих виробничих процесів, широкому впровадженню сучасних засобів охорони праці, усуненню причин, що породжують травматизм і професійні захворювання робітників. Вона тісно пов'язана з умовами праці.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в умовах сільського виробництва – важливе завдання, вирішення якого забезпечить нормальні умови праці працівниками сільського господарства. Це заходи по подальшому поліпшенню і оздоровленню умов праці, широкому впровадженню сучасних засобів безпеки, усуненню причин, що породжують травматизм, створенню на виробництві необхідних гігієнічних і санітарно-побутових умов.

Кожна людина і, безперечно, людина з вищою освітою повинна усвідомлювати важливість питань уникнення ризиків у житті та праці.

Охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці є одним з найважливіших державних завдань. Успішне вирішення цього завдання значною мірою залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці.

З часу виникнення людської цивілізації кожна людина дбала про власну безпеку та безпеку своїх близьких так само, як і людству доводилось дбати про безпеку свого існування. Людська цивілізація досягає все більшої могутності, а проблема безпеки її існування стає все більш гострою. Актуальність проблеми охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях у світі значно зросла на початку третього тисячоліття. Сьогодні ця проблема стала пріоритетною для світової цивілізації.

При нанесенні покриттів на робочі поверхні робітник має справу з різноманітними пристроями та обладнанням.

Основними технічними засобами охорони праці в цьому випадку є захисні пристрої.

Для запобігання захоплення, удару робочими механізмами всі види передач різних верстатів і установок, які використовуються при відновленні гільз і нанесенні покриттів повинні мати огорожувальні пристрої - кожухи, щити, екрани, козирки, планки, бар'єри (суцільні та сітчасті).

Крім того застосовують: блокувальні пристрої (механічні, електронні, електричні, пневматичні, гідравлічні), пристрої, до яких відносяться системи захисту від ураження електричним струмом, пристрої сигналізації.

Для безпеки експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок необхідно забезпечити захисне заземлення.

При виявленні нагріву тертьових деталей, появі гару або диму верстат потрібно негайно зупинити і приступити до гасіння пожежі наявними засобами, викликати пожежну команду. Двигун, що загорівся, або електропроводку необхідно гасити сухим піском або вогнегасником (вуглекислотним або порошковим). При значному поширенні пожежі, коли

його не можна ліквідувати наявними на ділянці засобами, робітники будуть евакуюватися через заздалегідь передбачену необхідну кількість дверей.

Запропоновано пристосування для нанесення покриттів на поверхні зношених деталей. Характерною особливістю є використання різноманітних хімічних речовин.

Поряд з хімічними небезпечними і шкідливими факторами технологічний процес характеризується і фізичними факторами: шумом, вібрацією, запиленістю та ін.

Щоб захистити працюючих від запиленості, шуму і вібрації потрібно встановити в приміщенні вентиляцію, кондиціонери, звукоізолюючі кожухи, екрани, стіни, перетинки, які виготовляють із щільного матеріалу.

Також для працівників повинні проводитись всі потрібні інструктажі і навчання з охорони праці, повинен бути журнал з проведення інструктажів, з відповідними замітками.

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину, дії будь-якого небезпечного фактору визначається як травма.

Аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини;
- спонукають працюючого допускати помилки у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;
- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону в наслідок відсутності відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці, та інші.

Якщо внаслідок аварії технічної системи виникли травми у людей, то сам випадок травми необхідно розглянути як подію, що є наслідком аварії. Це стосується тих систем, у яких підсистемами одночасно є машина і

людина. Якщо при функціонуванні таких систем з ладу вийшла машина, раптово припинивши свої функції внаслідок руйнування окремих деталей або самої машини, і це привело до значного матеріального збитку, то таке випадкове явище необхідно назвати аварією.

Усі явища, що формують небезпечну ситуацію, мають повну достовірність виникнення, а це означає, що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД), небезпечні ситуації (НС) і наслідки таких ситуацій: аварія (А), травма (Т) і сприятлива подія належить до випадкових явищ.

Матеріальні системи поєднують у собі системи неорганічної природи (фізичні, хімічні, геологічні та ін.) і живі системи (клітини, найпростіші і високорозвинені організми, популяції, біологічні види, екологічні системи). Особливим класом матеріальних систем є соціальні системи (сім'я, колектив, державна політична система, суспільно-економічна формація). Ідеальною системою є поняття, гіпотеза, теорії, лінгвістичні і логічні побудови і т. ін. Штучною системою є система управління виробництвом, безпекою життєдіяльності і т. ін.

Оскільки при функціонуванні людино-машинних систем такі явища як травми, аварії мають дуже близькі механізми формування та виникнення, у подальшому ці явища будуть описуватись паралельно (рис.4.1).



Рисунок 4.1 – Блок-схема формування та виникнення травмонебезпечних аварійних ситуацій

У розділі охорони праці дипломного проекту представлений аналіз загальних питань охорони праці, розглянуто основні шкідливі фактори, що виникають в під час технологічного процесу та їх вплив на організм людини, запропоновано заходи для забезпечення нормальних умов праці:

- 1) для забезпечення безпеки обладнання запропоновані захисні і огорожувальні пристрої;
- 2) для виключення ураження електричним струмом необхідно застосування заземлюючих пристроїв;
- 3) для зменшення запиленості – використання вентиляції, для зменшення шуму і вібрацій – звукоізолюючі засоби.

4.3. Техніко-економічне обґрунтування розробок

Для оцінки ефективності та доцільності використання пропозицій і розробок необхідно провести їх технічну і економічну оцінку. При використанні конструкторської розробки необхідно знати собівартість її виготовлення.

Вартість виготовлення конструкторської розробки визначається з виразу, грн.:

$$C_{кр} = C_{пр} + C_m + \frac{C_{пр} \cdot \%HP}{100}, \quad (4.1)$$

де $C_{пр}$ – основна і додаткова заробітна плата виробничих робітників з нарахуваннями на соціальне страхування, яка припадає на виготовлення робочого органу, грн.;

C_m – вартість матеріалів, витрачених на виготовлення вдосконаленого робочого органу, грн.;

$\% HP$ – відсоток накладних витрат, %.

Для визначення витрат з основної заробітної плати виробничих робітників необхідно знати трудомісткість виконуваних робіт, розряд робіт і відповідні годинні тарифні ставки.

Трудомісткості робіт можуть бути визначені розрахунковим шляхом на основі типових нормативів часу на слюсарні, ковальські, зварювальні та верстатні роботи в сільському господарстві [31]. Витрати на додаткову плату приймаються в розмірі 10 ... 15% від основної заробітної плати (12% = 8,80 грн.). Нарахування на соціальні потреби приймаються в розмірі 35,6% від суми основної та додаткової заробітної плати (35,6% = 26,10 грн.).

Підвищення ефективності використання сільськогосподарських машин шляхом удосконалення конструкції робочих органів і розробки технологічних процесів і є основною метою наукових досліджень. Порівнюючи основні технічні та економічні показники пропонованої машини з існуючими серійними зразками виявляється її ефективність [31].

При використанні сівалки СЗ-3,6, обладнаної вдосконаленими сошниками (далі експериментальної), технічна та економічна ефективність визначалася в порівнянні з серійною сівалкою СЗ-3,6, оснащеною дводисковими сошниками. Результати польових досліджень і нормативно-довідкові матеріали є вихідними даними для визначення економічної ефективності [31].

Показниками ефективності застосування експериментальної сівалки є:
- економічний ефект протягом року її експлуатації, грн./рік:

$$E_{\Gamma} = B_{\Gamma} (P_E - P_B + E_D), \quad (4.2)$$

- термін окупності додаткових капітальних вкладень, рік.

$$C_O = \frac{B_E - B_B}{E_{\Gamma}}. \quad (4.3)$$

Результати розрахунку технічних і економічних показників сівалок наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Технічні і економічні показники сівалок

Показники економічної ефективності	Сівалка	
	Серійна	Експериментальна
1. Балансова вартість B , грн.	353010	356660
2. Наробіток сівалки протягом року B_G , га/рік	231,2	231,2
3. Капітальні вкладення на 1 га сівби зернових культур K_{int} , грн./га.	1526,9	1542,7
4. Приведені витрати на 1 га сівби зернових культур серійної та експериментальної сівалки Π , грн./га	5988,6	6046,6
5. Економічний ефект від застосування експериментальної сівалки, E_d , грн./га.	—	910,0
6. Економічний ефект протягом року E_G , грн./рік	—	196973,0

Висновки

Аналізуючи економічні розрахунки експериментальної і серійної зернової сівалки СЗ-3,6, можна зробити наступні висновки:

- по продуктивності і за витратами праці вони мають однакові показники;
- через додаткові витрати на модернізацію сівалки прямі експлуатаційні витрати по експериментальній сівалці вище, ніж по серійно випускаємій сівалці на 58 грн./га;
- використання експериментальної сівалки покращує рівномірність розміщення насіння по глибині і підвищує якість посіву зернових культур, що призводять в остаточному рахунку до підвищення врожаю в середньому на 0,13 т/га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Запропоновано технологічний процес посіву зернових культур і конструктивно-технологічна схема дводискового сошника зернової сівалки, яка полягає в установці в міждисківому просторі притискної пластини.

2. Теоретично обґрунтовані геометричні параметри запропонованої притискної пластини: радіус кривизни перетину r , товщина пластини δ_n . При цьому для сошника оптимальна товщина пластини становить 2,5 мм при радіусі кривизни перетину $r = 52 \dots 57$ мм.

3. Лабораторними дослідженнями поверхонь, що труться, задіяних в процесі посіву, визначені кути і коефіцієнти тертя: «сталь - ґрунт» $\varphi = 25,16^\circ$, $f = 0,47$; «Сталь - пісок» $\varphi = 23,40^\circ$, $f = 0,43$; «Озима пшениця - сталь» $\varphi = 20,25^\circ$, $f = 0,37$; «Яра пшениця - сталь» $\varphi = 22,66^\circ$, $f = 0,42$; «Ячмінь - сталь» $\varphi = 22,38^\circ$, $f = 0,41$; «Яра пшениця - ґрунт» $\varphi = 31,97^\circ$, $f = 0,62$; «Озима пшениця - ґрунт» $\varphi = 32,56^\circ$, $f = 0,64$; «Ячмінь - ґрунт» $\varphi = 31,42^\circ$, $f = 0,61$. Ці значення необхідні для обґрунтування геометричних розмірів притискної пластини і визначення опору переміщенню сошника.

4. Використання експериментальної сівалки покращує рівномірність розміщення насіння по глибині і підвищує якість посіву зернових культур, що призводять в остаточному рахунку до підвищення врожаю в середньому на 0,13 т/га.