

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет інженерно-технологічний**

**Кафедра галузевого машинобудування**

Пояснювальна записка

до *дипломної роботи* на здобуття ступеня вищої освіти «магістр»  
на тему: «Удосконалення гребеневої технології обробітку просапних  
культур»

Виконав: здобувач вищої освіти за  
освітньо-професійною програмою  
Технології і засоби механізації  
сільськогосподарського виробництва  
спеціальності 208 Агроінженерія  
ступеня вищої освіти «*магістр*» групи 1  
Остапенко Сергій Олександрович  
Керівник: Ветохін В. І.  
Рецензент: Шейченко В. О.

**Полтава – 2021 року**

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Підвищення ефективності підприємств агропромислового комплексу (АПК) в сучасних ринкових відносинах передбачає стійке зростання виробництва і стабільне отримання високих врожаїв при мінімальних витратах енергетичних і експлуатаційних витрат за рахунок вдосконалення існуючих технологій та засобів механізації для їх здійснення.

В даний час виражений перехід від екстенсивного і інтенсивного етапів розвитку сільськогосподарського виробництва до адаптивного етапу, який характеризується великою екологізацією сільськогосподарського виробництва та взаємодією науки з виробництвом [1]. Активно впроваджують зберігаючі технології обробітку сільськогосподарських культур, засновані на скороченні кількості виконуваних технологічних операцій, заміні відвальної обробки ґрунту – безвідвальною, прямий посів сільськогосподарських культур [2].

На підприємствах АПК заміняють одноопераційні машини і агрегати засобами механізації обробітку ґрунту, посіву і механізованого догляду за посівами сільськогосподарських культур, які виконують за один прохід кілька технологічних операцій.

Проте, крім позитивних сторін від застосування сучасних комбінованих ґрунтообробних і посівних машин – прискорення технологічного процесу, скорочення тривалості виробничого циклу і числа проходів агрегатів по полю, є й негативні – вони не в повній мірі задовольняють всім пропонованим до них агротехнічним вимогам: низька якість виконуваних технологічних операцій. В кінцевому рахунку, застосування таких засобів механізації виявляється енерговитратним і недоцільним [2].

Доведено, що витрати на обробіток сільськогосподарських культур досягають 70%, так як рослинництво є основною галуззю АПК. Істотна частина споживання енергії у вигляді бензину і дизельного палива (до

300 л/га) припадає на мобільні енергетичні засоби [2], а кількість машин і агрегатів для виконання конкретної технології по вирощуванню сільськогосподарських культур сягає 10 одиниць.

Незважаючи на значну кількість наукових досліджень, присвячених проблемі енерго-, ресурсозбереження при вирощуванні сільськогосподарських культур і розробці засобів механізації, що забезпечують якісне виконання технологічних операцій, залишаються питання, які до теперішнього часу вирішені не в повному обсязі. Крім того, не всі результати відомих теоретичних і експериментальних досліджень можуть бути безпосередньо застосовані для гребеневої сівалки і просапного культиватора з плоскими дисками.

У зв'язку зі сказаним вище, проблема розробки і дослідження енерго-, ресурсозберігаючої та екологічно безпечної технології вирощування просапних культур і конкурентно-здатних засобів механізації передпосівної підготовки поля, посіву і догляду за посівами просапних культур, що забезпечують високу якість виконуваних технологічних операцій, техніко-економічні показники є актуальною, важливою і має значний вплив для розвитку країни.

**Мета роботи.** Підвищення ефективності обробітку просапних культур шляхом розробки гребеневої технології та засобів механізації для її здійснення.

**Об'єкт дослідження.** Гребенева технологія обробітку просапних культур, що включає операції передпосівної підготовки поля, посіву, формування гребенів ґрунту над висіяним насінням та механізованого догляду за посівами.

**Предмет дослідження.** Закономірності процесу обробітку просапних культур.

**Методика досліджень.** Поставлені завдання вирішували диференціальним і інтегральним обчисленням, чисельними методами і методами математичної статистики. Результати теоретичних досліджень

процесу обробітку підтверджені експериментальною перевіркою в лабораторних умовах.

**Теоретична і практична значущість.** Теоретична значимість роботи полягає в енергетичній оцінці технологій обробітку просапних культур. Практична значимість роботи полягає в розробці гребеневої технології обробітку просапних культур, а також засобів механізації для її здійснення, застосування яких дозволяє знизити експлуатаційні витрати.

## РОЗДІЛ 1

### СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 1.1. Аналіз технологій вирощування просапних культур

У сучасному землеробстві відомо безліч технологій обробітку просапних культур: екстенсивні, інтенсивні, індустріальні, інтегровані, біологічні, адаптивні, ландшафтні, ґрунтозахисні, вологозберігаючі, ресурсозберігаючі, екологічно чисті та ін. [3], покликані підвищити природну родючість ґрунту, поліпшити якість обробітку сільськогосподарських культур, збільшити їх врожайність.

З появою потужних тракторів інтенсивний вплив традиційних засобів механізації викликав переуцільнення ґрунту і розпорошення його верхнього шару, що негативно вплинуло на родючість ґрунту. В кінцевому рахунку, такі технології були визнані енерговитратними, що призвело до різкого скорочення кількості виконуваних технологічних операцій і спрощення залишених [4], одноопераційні засоби механізації стали замінювати комбінованими.

Досягнення вітчизняної і зарубіжної промисловості дали можливість підприємствам АПК використовувати хімічні засоби боротьби з бур'янами до посіву, одночасно з посівом і післяпосівного внесення. Масове використання гербіцидів і пестицидів послужило поштовхом до впровадження в систему землеробства енергозберігаючої, мінімальної і нульової технологій обробітку ґрунту і посіву [5,6].

Масштабне впровадження нових технологій вплинуло на необхідність виконання додаткових заходів по боротьбі з водною та вітровою ерозією ґрунтів, поліпшення умов накопичення вологи і її заощадження в верхньому шарі ґрунту.

Світовий досвід вирощування сільськогосподарських культур свідчить про те, що технології виробництва сільськогосподарської продукції розрізняються залежно від особливостей культури, ґрунтово-кліматичних умов і переваг виробника. Відповідно, з ростом кількості технологій збільшується і потреба в коштах механізації для їх ефективного виконання.

Традиційні технології обробітку просапних культур на рівній поверхні поля були і залишаються найпоширенішими. Однак дослідженнями встановлено, що найбільш перспективною є гребенева технологія [7,8], що дозволяє створити сприятливі температурні, водні та повітряні умови для швидкого і дружного проростання насіння. При висіві насіння в одні і ті ж терміни, на гребенях культурні рослини розвиваються краще, ніж на рівній поверхні. Коренева система рослин в гребенях ґрунту не виходить в борозни міжрядь, тому при міжрядних обробках, в порівнянні з обробкою звичайних посівів, рихлити ґрунт якнайглибше, що сприяє її збереженню в пухкому стані і оберігає ґрунтову вологу від випаровування.

Слід зазначити, що ґрунт в гребенях підтримується в більш пухкому стані від посіву до збирання врожаю, мало ущільнюється дощами, в зв'язку з цим виключається ручне розпушування [9].

Просапні культури по гребеневій технології обробляють як на постійних гребенях ґрунту, так і новостворених.

Технології обробітку просапних культур на постійних гребенях ґрунту дозволяють виключити ряд технологічних операцій підготовки поверхні поля до посіву: основний обробіток ґрунту (відвальну або безвідвальну), лущення стерні, культивуацію, боронування ґрунту.

В даний час відомі технології обробітку просапних культур на постійних гребенях ґрунту [10]. Ці технології передбачають в перший рік після збирання попередньої культури заходи, спрямовані на знищення бур'янів на поверхні поля.

Для цього восени поле обробляють гербіцидом суцільної дії. Залежно від типу ґрунтів і кліматичних умов регіону, з метою розуцільнення нижніх

шарів ґрунту і накопичення вологи, виконують щільування ґрунту під кутом 5...8 градусів до напрямку розташування майбутніх гребенів, а потім формують гребені ґрунту заввишки 20 ... 25 см.

Формування гребенів ґрунту можливо і при останньому механізованому розпушуванні міжрядь культурних рослин, вирощуваних за традиційною технологією на рівній поверхні поля, для переходу до гребеневої технології в наступному році. У цьому випадку після збирання оброблюваної культури гребені ґрунту поправляють культиватором, оснащеним підгортальниками.

Навесні для придушення проростаючих і вегетуючих бур'янів гребені ґрунту обробляють гербіцидами, а потім здійснюють поправку гребенів. Насіння культурних рослин висівають в гребені після того, як шар ґрунту на необхідній глибині загортання насіння прогріється до 10...12°C. Для посіву використовують сівалку СПЧ або сівалку СКП, оснащену спеціальним пристосуванням, яке зрізає верхню частину гребеня. Догляд за посівами культурних рослин здійснюють культиваторами, оснащеними стрілчастими лапами або підгортальниками, а при високій засміченості посівів поле додатково обробляють гербіцидами.

Схема розташування насіння при посіві в гребенях ґрунту, що формуються восени, представлена на рисунку 1.1, а.

Відмінною особливістю такої технології є те, що насіння щорічно висівають в одні і ті ж гребені ґрунту (з урахуванням їх поправки). При цьому родючий шар ґрунту залишається в гребені, який не ущільнюється і не розпорошується від дії коліс тракторів і сільськогосподарських машин. А в весняний період часу, гребені ґрунту, сформовані восени, прогріваються швидше. Отже, до посіву приступають дещо раніше. Крім того, гребенева поверхня поля сприяє затриманню снігу в зимовий період часу і виключає необхідність спеціального виконання цього агротехнічного прийому при малосніжній зимі.

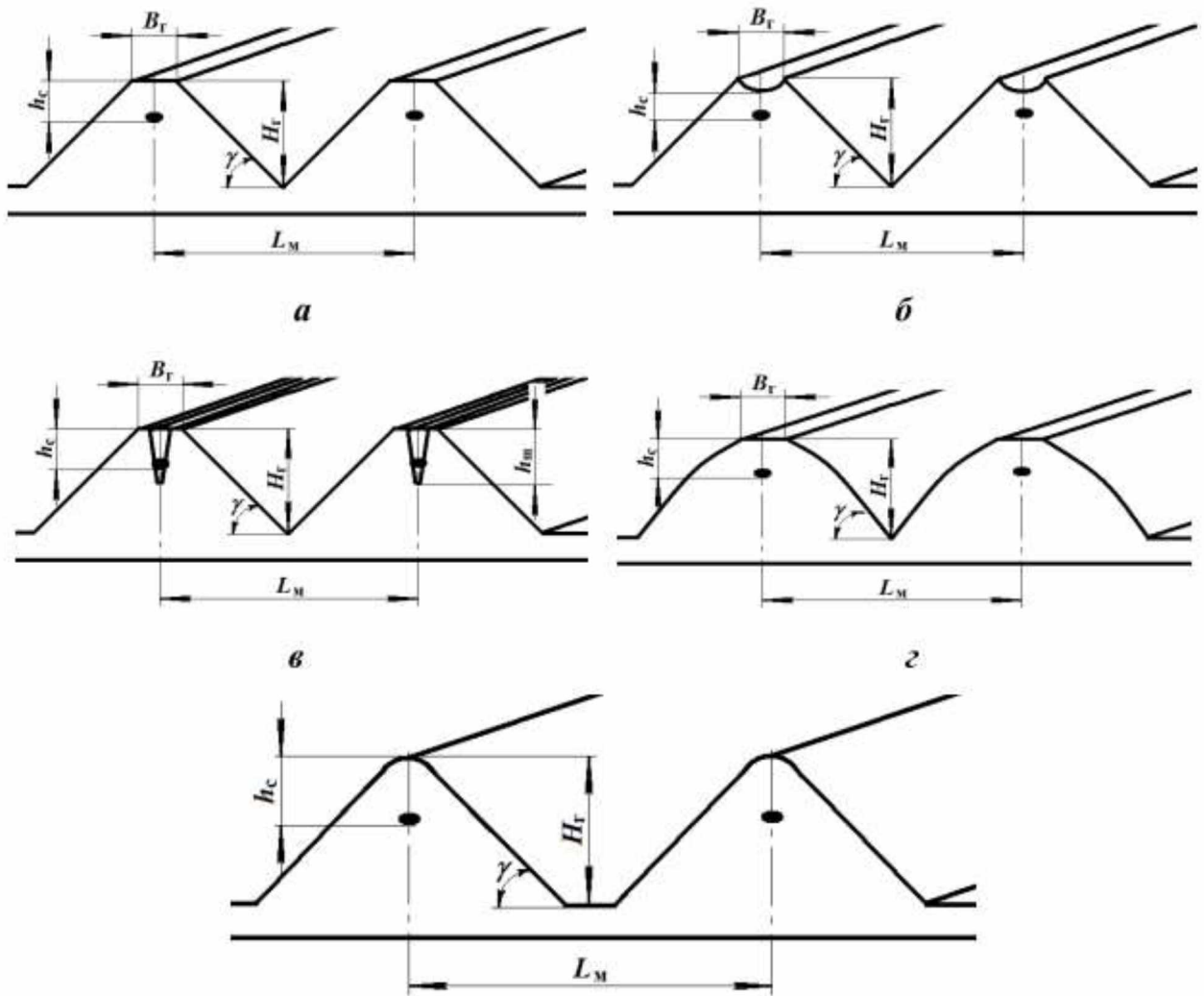


Рисунок 1.1 – Розташування насіння в гребенях ґрунту: *а* – формованих восени; *б* – з увігнутою вершиною; *в* – зі щілинами; *г* – трапецієподібної форми з опуклими бічними сторонами;  $B_r$  – ширина верхньої основи гребеня ґрунту;  $H_r$  – висота гребеня ґрунту;  $h_c$  – глибина загортання насіння при посіві;  $\gamma$  – кут природного укосу ґрунту;  $L_m$  – ширина міжрядь;  $h_{щ}$  – глибина щілини в гребені

Для зниження витрат і кількості застосовуваних сільськогосподарських машин пропонують технологію обробітку просапних культур на постійних гребенях ґрунту, реалізовану культиваторами-гребенеутворювачами з активними і пасивними робочими органами (сферичними дисками, фрезами, гребенеутворюючими плитами). Гребені ґрунту формують трапецієподібними, з опуклими бічними сторонами (рисунок 1.1, г) або з

опуклими вершинами (рисунок 1.1, д). Висота гребенів ґрунту становить 12...20 см для таких культур як кукурудза і соняшник і 10...12 см – для сої, квасолі. Верхню основу і бічні сторони гребеня ґрунту ущільнюють пасивними гребенеутворюючими плитами або сферичними дисками. Насіння висівають в верхню частину гребеня традиційними сівалками, оснащеними двома додатковими пристосуваннями: очисниками гребенів і стабілізаторами для утримання сівалки на гребенях ґрунту, а при догляді за посівами просапних культур застосовують гербіциди.

Аналізуючи розглянуті вище технології, можна зробити висновок, що вони не набули широкого поширення з кількох причин:

- широке застосування гербіцидів, що знижує врожайність оброблюваної культури і негативно впливає на навколишнє середовище на здоров'я робітників;
- щорічне ущільнення ґрунту в міжряддях;
- ускладнення конструкцій сівалок через додаткові пристосування;
- руйнування гребенів ґрунту в процесі вегетації рослин від розбіжності колії коліс обприскувачів і коліс комбайнів при збиранні врожаю з міжряддями гребенів ґрунту.

Однак технології обробітку просапних культур на постійних гребенях ґрунту мають і позитивні сторони:

- заміна найбільш енерговитратного основного обробітку ґрунту менш витратним – відновленням «старих» гребенів ґрунту;
- боротьба з бур'янами менш трудомістким способом – хімічним;
- виключення з технології підготовки поля до посіву операцій передпосівної культивуації, дискування (лушення), прикочування, які притаманні технологіям вирощування сільськогосподарських культур на новостворюваних гребенях ґрунту і на рівній поверхні поля;
- більш ранні терміни посіву в прогріті гребені ґрунту, що дозволяє раніше почати збирання врожаю;

- зменшення ерозійно-небезпечних процесів від зниження кількості проходів сільськогосподарських агрегатів по полю і природного снігозатримання в зимовий період часу;

- застосування технології обробітку в північних районах країни.

Таким чином, на вибір технології, кількості і складу виконуваних операцій впливає безліч факторів: ухил поверхні поля, сівозміни, засміченість поля, попередні культури, ступінь збереження вологи і прогрівання верхнього шару ґрунту, тип ґрунтів, комплекс сільськогосподарських машин і знарядь підприємства.

На відміну від технології обробітку просапних культур на постійних гребенях ґрунту, технологія обробітку на новостворюваних гребенях ґрунту, з урахуванням сівозміни, передбачає виконання різних технологічних операцій (механічних і хімічних) з метою якісної підготовки поля до посіву, утворення гребенів ґрунту і боротьби з бур'янистою рослинністю. Насіння культурних рослин висівають або в заздалегідь сформовані гребені (восени або навесні), або на рівну поверхню поля з подальшим утворенням гребенів ґрунту необхідних розмірів і поперечного профілю [11].

З механічних операцій по підготовці поля переважають: основний обробіток ґрунту (відвальна або безвідвальна), лушення стерні, культивация, щілювання і боронування ґрунту. Гребені ґрунту утворюють засобами механізації з активними і пасивними робочими органами: вертикально або горизонтально встановленими фрезами, плоскими і сферичними дисками, щитками, гребенеутворюючими плитами, підгортальниками, багатоярусними стрічастими лапами. Хімічні операції по підготовці поля передбачають масштабне застосування контактних і ґрунтових гербіцидів суцільної дії до посіву (в осінній і весняний періоди часу) і вибіркової дії при догляді за посівами окремих культур в процесі їх вегетації.

Відвальну обробку ґрунту при здійсненні даної гребеневої технології обробітку виконують, переважно, після крупностеблових попередників для якісного закладення стебел, що залишилися на поверхні поля після збирання

врожаю. До основного обробітку ґрунту пред'являють підвищені вимоги щодо якості його виконання і термінів проведення, так як вона сприяє накопиченню вологи та поживних речовин, створення сприятливих умов для активної життєдіяльності мікроорганізмів і подальшого розвитку кореневої системи культурних рослин. Основній відвальній обробці ґрунту також належить провідна роль у знищенні бур'янів і закладенні верхнього шару ґрунту разом з насінням бур'янів на дні борозни [12].

Недоліками формування гребенів ґрунту у весняний період є погіршення якості підготовки ґрунту і затягування термінів посіву, а багаторазові передпосівні і наступні міжгребеневі обробки збільшують матеріальні витрати [13].

З метою зменшення експлуатаційних витрат і поліпшення якості підготовки ґрунту, з урахуванням зональних умов кожного конкретного регіону, пропонують гребені нарізати восени, а остаточно формувати їх профіль при посіві, причому висота гребенів в умовах підвищеного зволоження повинна складати 20 ... 25 см, середнього зволоження 18 ... 20 см, нестійкого – 14 ... 16 см. Насіння культурних рослин (переважно сої, квасолі) пропонується висівати по вирівняним вершинам гребенів смугами 13 ... 15 см для ранніх, 8 ... 10 см для середньостиглих і 3 ... 5 см для пізньостиглих сортів (рисунок 1.2), а догляд за посівами висіяних культур виконувати одноразово – хімічним способом.

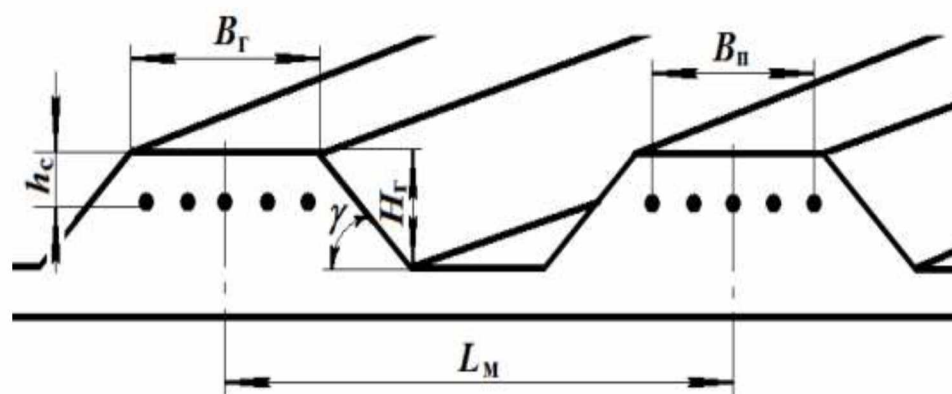


Рисунок 1.2 – Розташування насіння, висіяного смугами в гребені ґрунту:  $B_n$  – ширина смуги посіву

Однак, висів насіння в попередньо сформовані гребені ґрунту не вирішує завдання забезпечення умов для їх проростання після посіву, так як насіння загортають на глибину до 8 см у верхні швидко пересихаючі частини гребенів ґрунту. В результаті насінню не вистачає вологи для набухання і проростання, особливо таких культур як квасоля і соя.

Формування по вершинах гребенів ґрунту до посіву або одночасно з посівом направляють щілин [14] також не дає необхідного ефекту — насіння в утворених щілинах закладаються на різну глибину, сходи з'являються нерівномірно, а наявність додаткових операцій по нарізці щілин ускладнює і здорожчує посівні роботи. Крім того, посів по вершинах гребенів ґрунту призводить до їх руйнування через вплив на них секцій посівного агрегату (опорного колеса секції, сошника, загортачем, прикочуючи котків).

Для виключення вищевказаних недоліків [15] запропонована гребенева технологія, яка передбачає висів насіння на рівну поверхню поля з одночасним формуванням над ними гребенів ґрунту заввишки 8 ... 10 см. При появі у насіння першого корінця верхню частину гребенів (3 ... 5 см) зрізають і переміщують в міжряддя.

Такий технологічний прийом, на думку авторів, забезпечить знищення бур'янів шляхом їх присипання і утворення придаткових коренів вирощуваних культур.

З метою підвищення ефективності боротьби з бур'янистою рослинністю і більш продуктивного використання вологи авторами [16] запропонований спосіб обробітку просапних культур, що включає осінню оранку ґрунту, утворення гребенів ґрунту заввишки 20...28 см перпендикулярно пануючим вітрам, весняну їх поправку з одночасним формуванням між ними вторинних гребенів меншого розміру висотою 8 ... 10 см. Висів насіння культурних рослин здійснюється у вторинні гребені ґрунту, а догляд за посівами — механізовано. Перший міжрядний обробіток проводять у фазі 2 ... 3 листа культурної рослини. При цьому вершину основного гребеня розпушують і бур'яни зрізають. Шар ґрунту зі схилів цього ж гребеня

спеціальними відвалами переміщують до рядка культурної рослини, засипаючи не укріплені і слабкі ще бур'яни в борозенках і порядку. Другу культивуацію посівів проводять у фазі 5 ... 6 листів. При цьому частиною ґрунту зі схилів основного гребеня засипають виниклі на той час в рядках бур'яни. У фазі 10 ... 12 листів проводять глибоке розпушування міжрядь і підгортання підрісших культурних рослин триярусними підгортальниками. При цьому в міжряддях формують борозни завглибшки 18 ... 25 см.

Схема формування гребенів ґрунту і розташування насіння просапних культур представлена на рисунку 1.3.

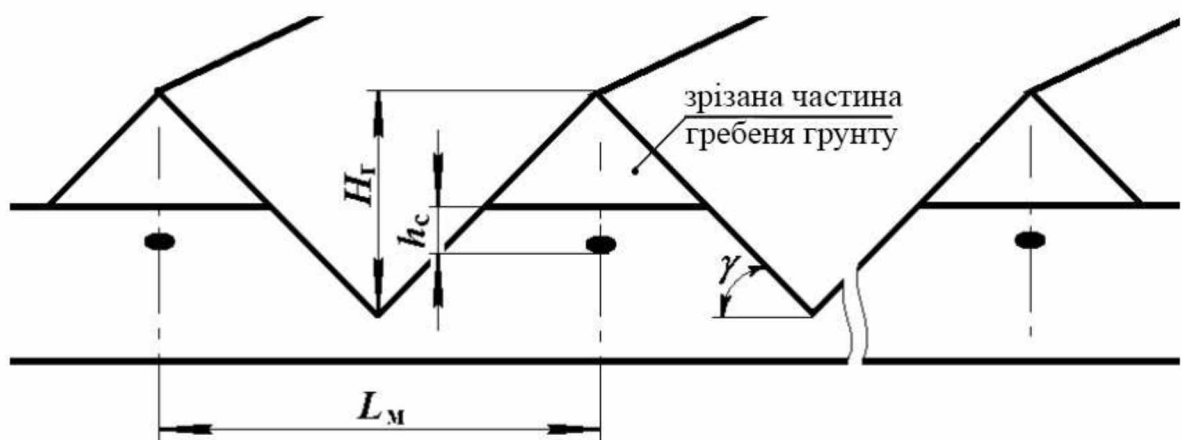


Рисунок 1.3 – Формування гребенів ґрунту і розташування насіння просапних культур

Однак спосіб обробітку просапних культур має недоліки, пов'язані з підвищеними витратами енергії на передпосівну підготовку ґрунту і догляд за посівами. Зокрема, велика кількість проходів машин і агрегатів по полю впливає на швидке висушування ґрунту, а при зміщенні шарів ґрунту з основного гребеня в сторону рядків оброблюваної культури (зверху-вниз) культурні рослини засипаються ґрунтом.

Аналізуючи гребеневі технології обробітку просапних культур на новостворюваних гребенях ґрунту, можна зробити висновок, що вони не набули широкого поширення з кількох причин:

- необхідність масштабного застосування контактних і ґрунтових гербіцидів суцільної дії (восени і навесні) і гербіцидів вибіркової дії при догляді за посівами культурних рослин в процесі їх вегетації, що знижує врожайність вирощуваних культур до 15%, негативно впливає на навколишнє середовище на здоров'я механізаторів;

- велика кількість технологічних операцій підготовки поля до посіву у весняний і осінній періоди часу і механізованого догляду за посівами просапних культур значно підвищує витрати енергії;

- формування гребенів ґрунту у весняний період до посіву погіршує якість підготовки ґрунту і затягує терміни посіву, а багаторазові передпосівні і наступні міжгребеневі обробки збільшують енергоємність технологічного процесу і експлуатаційні витрати;

- складність конструкцій посівних машин через наявність додаткових пристосувань, що зрізують вершини попередньо сформованих гребенів ґрунту, і стабілізаторів для утримання сівалки на гребенях ґрунту;

- менші швидкості руху сівалки по гребенях, ніж при традиційній технології на рівну поверхню поля, що збільшує тривалість технологічного процесу;

- верхні частини попередньо сформованих гребенів ґрунту швидко пересихають, в результаті насінню не вистачає вологи для набухання і проростання, особливо таких культур як квасоля і соя;

- при наявності щілин в гребенях ґрунту, насіння закладаються на різну глибину, сходи з'являються нерівномірно, а наявність додаткових операцій по нарізці щілин ускладнює і здорожчує посівні роботи;

- посів по вершинах попередньо сформованих гребенів ґрунту призводить до руйнування гребенів від впливу секцій посівного агрегату;

- наявність грудок і великих фракцій ґрунту в гребені при формуванні гребенів до посіву пасивними робочими органами негативно впливає на закладення насіння на необхідну глибину;

- більшість технологій обробітку просапних культур передбачає формування гребенів ґрунту без ущільненого насіннєвого ложа, що знижує польову схожість насіння;

- після висіву насіння в гребінь ґрунту, з метою поліпшення контакту насіння з ґрунтом, як правило, вузькими катками сівалок впливають тільки на вершину гребеня ґрунту без ущільнення його бічних сторін, тим самим частково руйнують гребінь ґрунту і його бічні сторони при вдавлюванні насіння;

- вплив фрезерних робочих органів ґрунтообробних машин і знарядь на гребінь ґрунту призводить до розпорошення ґрунту, а насіннєве ложе утворюється з гребінцями.

Однак технології обробітку просапних культур на новостворюваних гребенях ґрунту мають і позитивні сторони:

- в окремих технологіях енергоємна відвальна обробка ґрунту замінена менш витратною – поверхневою обробкою;

- зниження трудомісткості догляду за посівами просапних культур шляхом заміни механічної обробки хімічної;

- попередньо сформовані і прогріті гребені ґрунту дозволяють раніше приступити до посіву і, відповідно, до збирання врожаю, особливо в північних районах країни;

- висів насіння у вологий шар ґрунту і накриття висіяного насіння пухким і прогрітим шаром ґрунту в технологіях з формуванням гребенів ґрунту одночасно з посівом прискорює проростання насіння;

- наявність ущільненого ложа дозволяє підтягнути вологу з нижніх шарів ґрунту до верхніх шарів, що покращує умови проростання насіння і вегетації рослин;

- зменшення ерозійно-небезпечних процесів в результаті природного снігозатримання в зимовий період часу на полях, де гребені сформовані восени;

- зменшення кількості застосовуваних гербіцидів на 50 ... 70%;

- догляд за посівами без застосування екологічно небезпечних гербіцидів шляхом підгортання культурних рослин і присипання в їх захисних зонах бур'янів шаром ґрунту, що позитивно впливає на утворення вторинних коренів вирощуваних культур.

На вибір технології обробітку з попередньо сформованими гребенями ґрунту (восени або навесні) або гребенями ґрунту, які формувались одночасно з посівом, кількості і складу виконуваних технологічних операцій впливає безліч факторів (рисунк 1.4).

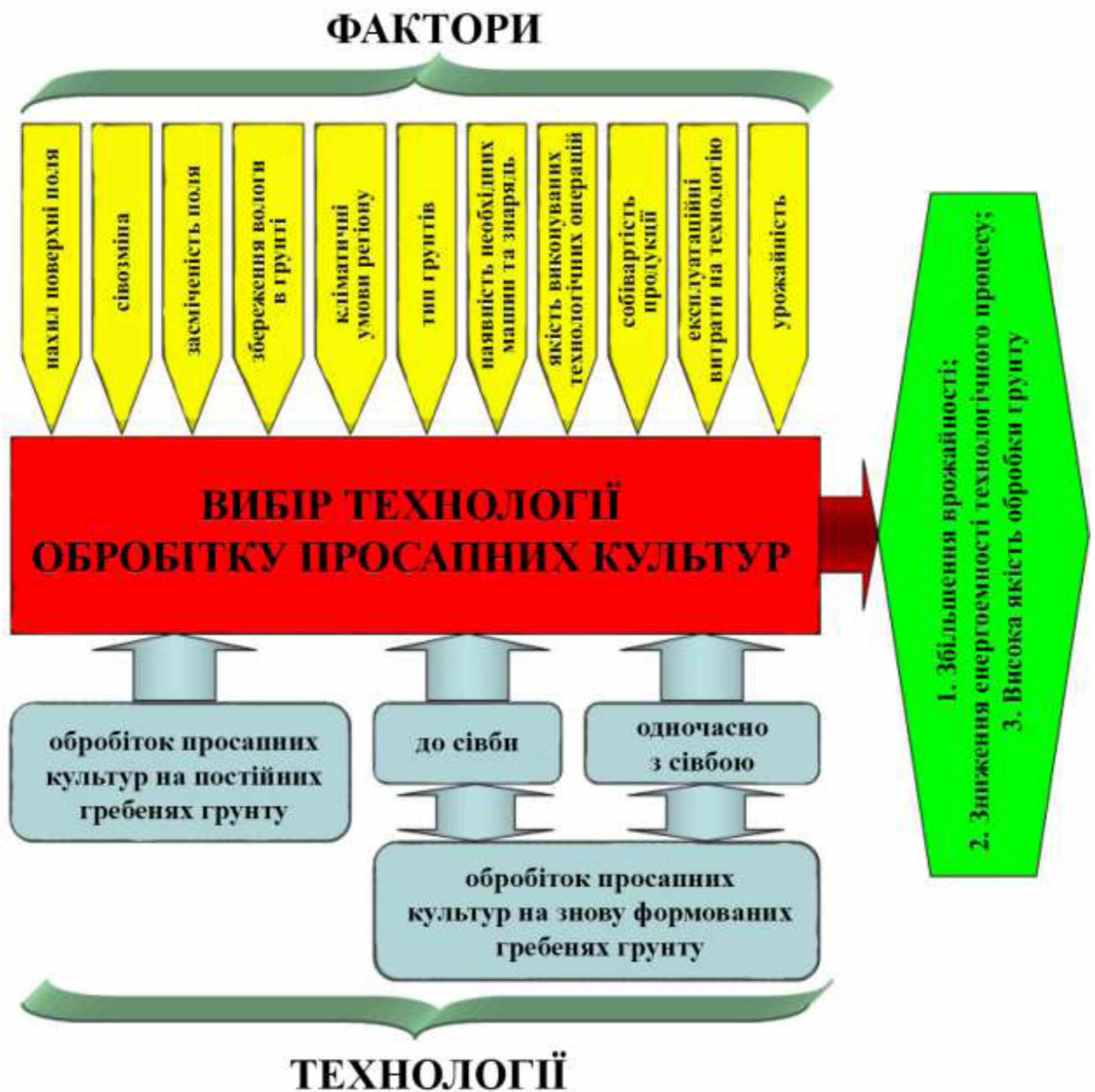


Рисунок 1.4 – Фактори, що впливають на вибір технології обробітку просапних культур

Таким чином, метою реалізації будь-якої технології обробітку сільськогосподарських культур є підвищення врожайності культивованих рослин при одночасному зниженні витрат на реалізацію технології, що можна досягти вдосконаленням сівозмін, винятком «зайвих» технологічних операцій, застосуванням інноваційних сільськогосподарських машин і знарядь.

## **1.2. Аналіз агротехнічних вимог**

Підготовка ґрунту під посів різних сільськогосподарських культур повинна бути спрямована на створення оптимальних умов для посіву та посадки, на накопичення і економне витрачання вологи.

Необхідний ступінь кришення шару ґрунту забезпечують різні прийоми механічного впливу на ґрунт: культивація, фрезерування, дискування, боронування і т.п. Цими прийомами обробки досягається пухкий, дрібногрудковий стан ріллі, збільшується аерація, біологічна активність і ефективна родючість ґрунту, знищення бур'янів на поверхні поля шляхом їх механічного виснаження.

Досягнення задовільної якості передпосівного обробітку ґрунту можливо тільки при наявності комплексу різноманітних сільськогосподарських машин і знарядь, а також раціонального їх використання з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов конкретного регіону. Однак такий підхід передпосівної підготовки поля до посіву значно збільшує експлуатаційні витрати, а також сприяє значному випаровуванню вологи за рахунок багаторазових проходів агрегатів по полю і перемішування ґрунту робочими органами.

Головне завдання посіву полягає в оптимальному розміщенні насіння на площі поля, забезпеченні їх достатньою кількістю світла, тепла, води, повітря і поживних речовин [17]. При цьому до посіву як технологічного

процесу висуюють три основні вимоги: висів заданої кількості насіння на одиницю площі поля; рівномірне розміщення їх по площі поля; закладення насіння на однакову глибину, певну для кожної конкретної культури (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Агротехнічні вимоги, що пред'являються до посіву просапних культур

| Назва показника                                           | Величина показника |
|-----------------------------------------------------------|--------------------|
| Глибина заробки насіння, см                               | 3...8              |
| Рівномірність глибини заробки насіння, %                  | 85...90            |
| Відхилення ширини міжрядь, см                             |                    |
| - основних                                                | ±2                 |
| - стикових                                                | ±5                 |
| Нерівномірність висіву окремими висіваючи ми апаратами, % |                    |
| - насіння                                                 | 3                  |
| - добрив                                                  | 10                 |
| Наявність огріхів та незасіяних поворотних смуг           | Не допускається    |

Під час висадки розсади додається ще одна вимога – вертикальне розташування стебла, а при посіві на посушливих ґрунтах і ґрунтах, схильних до вітрової ерозії – ущільнення ґрунту після посіву.

Рівномірне розміщення насіння по поверхні поля можливо в тому випадку, якщо площа живлення навколо кожного з них буде мати форму квадрата [18]. Форма площі живлення – функція двох величин: ширини міжряддя і відстані між насінням в рядку. Причому відстань між насінням в рядку визначається нормою висіву насіння, а ширина міжряддя – способом посіву або посадки.

Норма висіву встановлюється агротехнічними вимогами для різних культур в різних ґрунтово-кліматичних районах у відповідності зі способом посіву або посадки і задається зазвичай в кілограмах або центнерах на гектар.

На врожайність різних культур істотний вплив роблять прийоми передпосівної підготовки ґрунту, які в широких межах змінюють її

агрофізичні властивості (ступінь кришення, щільність, вирівняність і т.д.) [18].

Крім того, неvirівняна поверхня поля збільшує втрати вологи на випаровування, негативно впливає на умови роботи сільськогосподарських машин через підвищену тряску і вібрації.

Оптимальна температура і вологість ґрунту є одними з основних чинників, що роблять вирішальний вплив на формування врожаю [19].

З урахуванням вищевикладеного [20], сформулюємо агротехнічні вимоги, що пред'являються до технологій обробітку просапних культур:

- знищення бур'янів до посіву;
- максимальне збереження вологи в ґрунті;
- руйнування грудок ґрунту до розмірів, максимальний з яких не перевищує 5 ... 6 см;
- розпушування поверхневого шару ґрунту та руйнування ґрунтової кірки;
- руйнування повітряних порожнин в ґрунті і вирівнювання поверхні поля до посіву;
- висів насіння у вологий шар ґрунту на ущільнене ложе;
- створення ущільненого ложа при посіві;
- знищення бур'янів в міжряддях і в захисних зонах оброблюваної культури;
- мінімальне пошкодження культурних рослин.

Реалізація агротехнічних вимог до технологій обробітку просапних культур дозволить поліпшити умови проростання насіння і, в підсумку, підвищити врожайність сільськогосподарських культур.

### **1.3. Особливості технологій обробітку просапних культур**

Залежно від типу ґрунтів і кліматичних умов регіону застосовують певні способи основної і поверхневої (передпосівної) обробок ґрунту в

гребневих технологіях вирощування просапних культур. Конкретний спосіб обробки, кількість обробок і час їх виконання вибирають з урахуванням сівозміни, виду та кількості бур'янів, механічного складу ґрунту і природно-кліматичних факторів. Необхідно виконувати таку обробку ґрунту, яка дозволить зберегти вологу і природну родючість ґрунту, збільшити врожайність вирощуваних культур, мінімізувати кількість енергії, ресурсів і бути екологічно безпечною [1, 6, 20].

Вищевказаними вимогами і керуються при виборі раціональних способів обробки ґрунту і конструкцій машин для їх здійснення. У зв'язку з цим способи підготовки поля і формування гребенів ґрунту можна класифікувати за шістьма основними ознаками: за видом технологічних операцій, за кількістю проходів агрегату, по виду суміщених операцій, по виду впливу на ґрунт, за профілем формованого гребеня ґрунту і за часом виконання.

По виду технологічних операцій виділяють основну відвальну і безвідвальну обробку ґрунту, дискування (лушення), культивуацію, фрезерування, боронування, коткування, нарізку гребенів ґрунту.

Аналіз літературних джерел [21] дає підстави вважати, що найбільш ретельної передпосівної підготовки поля можна домогтися, застосовуючи ґрунтообробні машини з ротаційними робочими органами приводної дії – фрезами.

При фрезеруванні досягається краще розпушування і подрібнення ґрунту, краща аерація і оптимальний механічний склад, рівномірне перемішування ґрунту з мінеральними елементами і поживними залишками по всій глибині обробки, вирівнювання поверхні поля і якісна підготовка орного шару під посів, знищення бур'янів шляхом їх розрізання і перемішування в оброблюваному ґрунті. Ґрунт, оброблений ротаційними робочими органами приводної дії, стає рихлим, володіє хорошими водно-фізичними властивостями і створює сприятливий повітряно-живильний режим для розвитку культурних рослин [21].

Однак після фрезерування відзначають високу забур'яненість полів, що вимагає застосування дорогих гербіцидів вибіркової дії або багаторазових проходів просапних культиваторів. Крім того, інтенсивне перемішування ґрунту фрезами утворює ерозійно-небезпечні пилоподібні частки ґрунту і розпорошує верхній гумусовий шар ґрунту.

Однією з важливих операцій в технологіях вирощування просапних культур є формування гребенів ґрунту, у яких необхідно підтримувати необхідні розміри для кожної конкретної культури.

По виду впливу на ґрунт гребені формують перемішуванням ґрунту, ущільненням, зміщенням ґрунту без обороту або з оборотом пласта вітчизняними та зарубіжними засобами механізації.

Перемішування ґрунту здійснюють фрезерними, роторними, лопатевими, спіральними і шнековими робочими органами ґрунтообробних машин і знарядь.

Для створення оптимальної щільності ґрунту в гребені фінішною операцією є їх ущільнення ротаційними і пасивними додатковими пристосуваннями – спеціальними катками або гребенеутворюючими плитами (таблиця 1.2).

В якості фінішної операції для формування гребенів ґрунту широко застосовують і гребенеутворюючі плити, які, як правило, комплектують із засобами механізації поверхневої обробки ґрунту.

Недоліком застосування таких засобів механізації є нерівномірна щільність ґрунту в гребені. Крім того, за рахунок змінної дії робочих поверхонь гребенеутворюючих плит по ґрунті, такі засоби механізації мають підвищене тягове зусилля.

Найбільш поширеним технологічним прийомом формування гребенів ґрунту є зміщення ґрунту з оборотом пласта пасивними і ротаційними робочими органами (таблиця 1.3).

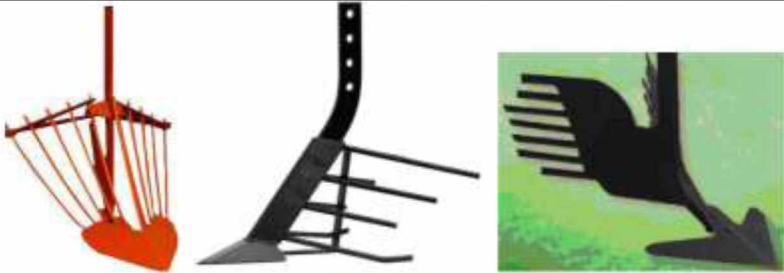
Таблиця 1.2 – Засоби механізації формування гребенів ґрунту з ущільнювальними робочими органами

| Схема засобів механізації                                                           | Назва, завод-виробник                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1                                                                                   | 2                                              |
| Засоби механізації зі спеціальними котками                                          |                                                |
|    | Гребенеутворювач з фрезою «Aur» та котками     |
|   | Гребенеутворювач DF 3000 фірми Grimme          |
|  | Культиватор-гребенеутворювач Rumpstad RSF 2000 |
|  | Грядкоутворювач роликовий Rumpstad RSRR        |

| 1                                                                                   | 2                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    | Активний гребенеутворювач MR                                                          |
| Засоби механізації з гребенеутворюючими плитами                                     |                                                                                       |
|    | Гребенеутворююча фреза Baselier                                                       |
|   | Культиватор-гребенеутворювач<br>AVR Speed Ridger                                      |
|  | Підгортаючий культиватор-гребенеутворювач з гребенеутворюючою плитою моделі VRVB-VRDB |
|  | Культиватор-гребенеутворювач<br>Степ КГ-5                                             |

Залежно від необхідних розмірів гребенів ґрунту найбільше застосування з пасивних органів з оборотом пласта отримали обгортачі і багаторусні стрілочасті лапи, найменше – лемішно-відвальні корпуси.

Таблиця 1.3 – Засоби механізації формування гребенів зміщенням ґрунту з оборотом пласта

| Схема засобів механізації                                                            | Назва, завод-виробник                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 1                                                                                    | 2                                                            |
| Засоби механізації з пасивними робочими органами                                     |                                                              |
|     | Обгортачі з нерегульованими пластинчастими плоскими крилами  |
|    | Обгортачі з регульованими пластинчастими відвальними крилами |
|  | Обгортачі з прутковими та вирізними крилами                  |
|   | Багатоярусні стрілчасті лапи                                 |
|   | Лемішно-відвальні корпуси                                    |

| 1                                                                                    | 2                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Засоби механізації з ротаційними робочими органами                                   |                                                  |
|     | Гребенеутворювач дисковий ІМАС                   |
|     | Гребенеутворювач з суцільними сферичними дисками |
|    | Гребенеутворювач з вирізними сферичними дисками  |
|  | Дискові робочі органи просапного культиватора    |

В даний час на підприємствах АПК для формування гребенів ґрунту до посіву або при механізованому догляді за посівами просапних культур все більше застосовують засоби механізації з суцільними і вирізними сферичними дисками (таблиця 1.3).

З недоліків засобів механізації зі сферичними дисками виділяють незадовільну заглибленість дисків в ґрунт з малими кутами атаки, що

вимагає застосування баластних вантажів або штанг з пружинами, а також непридатність для роботи на швидкостях понад 7 км/год.

Формування гребенів ґрунту можливе і зміщенням ґрунту без обороту пласта плоскими дисками або щитками.

Засоби механізації формування гребенів ґрунту з плоскими дисками застосовують переважно на попередньо оброблених ґрунтах.

Плоскі диски, при обертанні, мнуть і зміщують ґрунт в сторону поздовжньої осі симетрії майбутніх гребенів без його обороту, що дозволяє зберегти вологу в центральній частині гребеня. Після проходу плоских дисків частина ґрунту обсипається під кутом природного укосу з верхньої частини гребенів.

Аналізуючи розглянуті вище засоби механізації формування гребенів ґрунту, можна зробити висновок, що вони не отримали широкого застосування на підприємствах АПК з кількох причин:

- більшість з представлених засобів механізації мають виключно складні технічні рішення, металомісткі, енерговитратні, так як вимагають додаткового приводу від ВВП трактора;

- формування гребенів ґрунту підгортальниками, лемішно-відвальними корпусами, гребнеутворюючими плитами і плоскими щитками, відбувається з підвищеним тяговим зусиллям внаслідок збільшеної площі контакту робочих органів з ґрунтом і нерівномірної щільності ґрунту в гребені. Крім того, після проходу таких знарядь в гребені містяться незруйновані великі грудки ґрунту розмірів до 10 см і відсутнє насіннєве ложе;

- після проходу спеціальних котків з гладкими зовнішніми поверхнями бічні сторони і верхня основа гребеня ґрунту формуються глянцевиими, в результаті чого волога з ґрунту швидко випаровується, а на гребенях виникають тріщини.

Тому плоскі і сферичні диски більш перспективні при формуванні гребенів ґрунту, так як вони мають менше тягове зусилля, а за рахунок

обертання при поступальному русі менше схильні до залипання ґрунтом і рослинними залишками.

### **Висновки та завдання досліджень**

Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити такі завдання досліджень:

- 1) виконати аналіз існуючих технологій і засобів механізації вирощування просапних культур, виявити перспективні напрямки їх вдосконалення;
- 2) дати параметричне обґрунтування і енергетичну оцінку технологій вирощування просапних культур;
- 3) розробити гребеневу технологію обробітку просапних культур і засоби механізації для її здійснення.
- 4) визначити економічну ефективність застосування пропозицій.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 2.1. Вибір лабораторних моделей засобів механізації гребеневого обробітку просапних культур

Для практичної реалізації гребеневої технології посіву просапних культур запропонована гребенева сівалка (рисунок 2.1), що містить раму 1, зчеплення 2, опорно-приводні колеса 3, ресивери 4, редуктори 5, вентилятор 6 і приводні вали 7. На ресиверах 4 встановлені насінневі ємності 8 з висіваючими апаратами 9 і насіннєпроводами 10. Кожен висіваючий апарат 9 гребеневої сівалки пов'язаний з ресивером 4 вакуумпровода 11. Розрідження в ресиверах 4 створюється вентилятором 6, який пов'язаний з ними вакуумпроводом 12.

Висіваючі апарати 9 приводяться від опорно-приводних коліс 3 за допомогою редукторів 5 і ланцюгових передач 13, 14 і 15 через приводні вали 7. Розрідження в висівних апаратах 9 створюється вентилятором 6 через вакуумпровода 11, 12 і ресивери 4. На рамі 1 гребеневої сівалки з міжряддя 0,7 м встановлені посівні секції 16.

У тримачі по осі симетрії посівної секції встановлена лапа-сошник. Висіваючі апарати гребеневої сівалки з'єднані насіннєпроводами з встановленими на гряділях лапами-сошниками.

На гряділях, за лапою-сошником в тримачах, по обидва його бічні сторони встановлені гребенеутворювачі з можливостями їх переміщення в горизонтальній площині в різні боки від лінії висіяних насіння і фіксування в необхідному положенні. У тримачі по поздовжній осі симетрії посівної секції встановлений коток-гребенеутворювач.

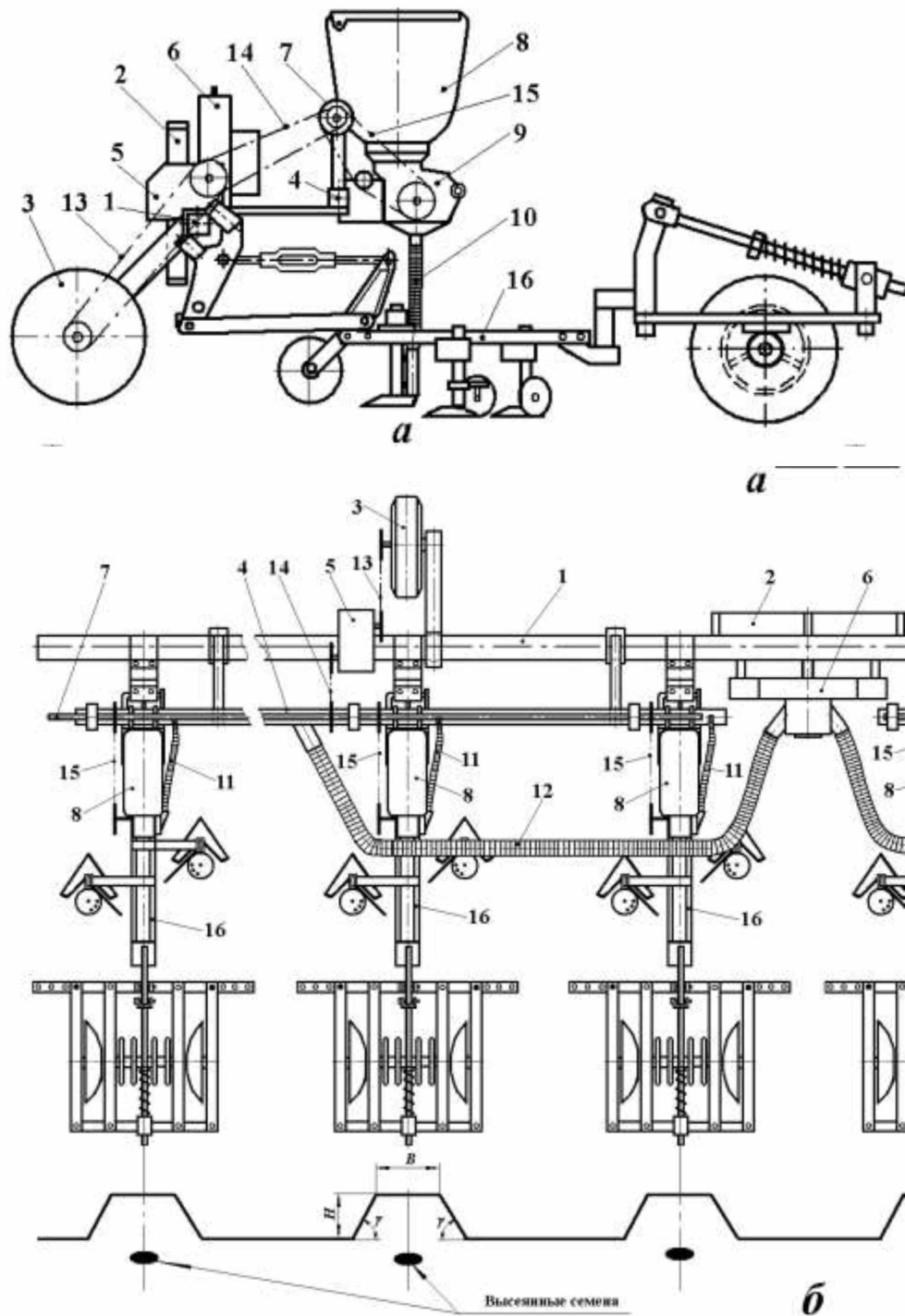


Рисунок 2.1 – Гребенева сівалка: а - вид збоку; б - вид зверху

Для досягнення мети дослідження запропоновані лабораторні моделі посівної секції гребеневої сівалки і робочих органів з плоскими дисками просапного культиватора. На кожній посівній секції (рисунок 2.1) гребеневої сівалки встановлені лапа-сошник, два гребенеутворювач і коток-гребенеутворювач.

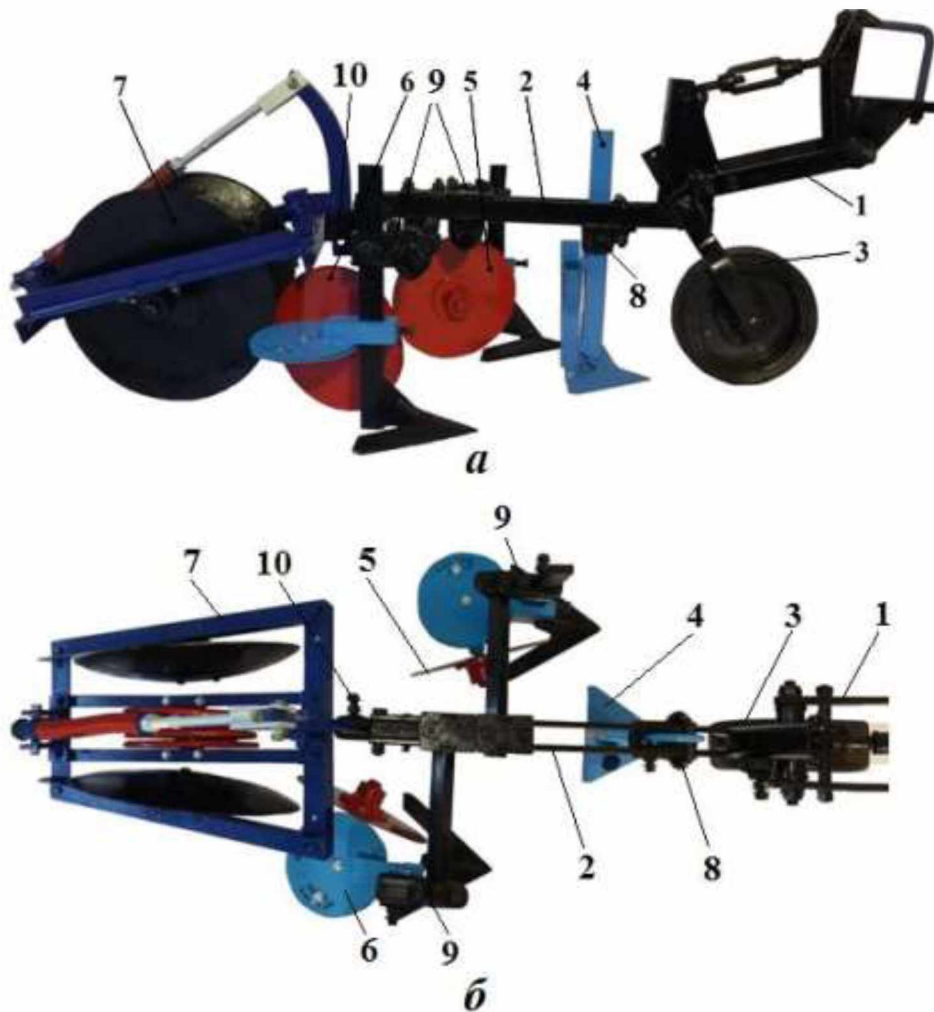


Рисунок 2.2 – Посівна секція гребеневої сівалки: а - вид збоку; б - вид зверху; 1 - паралелограмний механізм; 2 - гряділь; 3 - опорна колесо; 4 – лапа-сошник; 5, 6 - гребенеутворювач з правим і лівим плоскими дисками; 7 - коток-гребенеутворювач; 8, 9, 10 – тримачі.

В передній частині гряділя 2 встановлено опорне колесо 3. Глибину ходу сошника 4 і гребенеутворювач 5, 6 з правим і лівим плоскими дисками в ґрунті регулюють переміщенням в тримачах 8 і 9 відносно опорного колеса 3 і фіксують в необхідному положенні стопорними болтами.

Лапа-сошник (рисунок 2.2) містить стійку 1, стрілочасті лапу 2, висіваючу трубку 3.

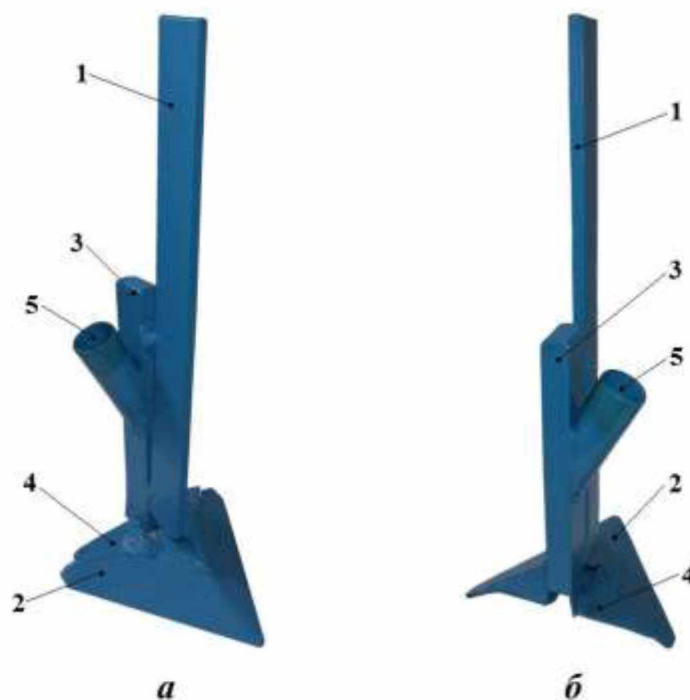


Рисунок 2.3 – Лапа-сошник: а - загальний вигляд; б - вигляд ззаду

Між крилами стрілкової лапи 2 встановлена пластина 4 в формі рівнобедреного трикутника. У основі пластини 4 виконаний паз. Висіваюча трубка 3 встановлена за стійкою 1 над пазом пластини 4. З висіваючою трубкою 3 жорстко пов'язана воронка 5.

Таке конструктивне виконання лапи-сошника гарантовано виключає забивання вихідного отвору висіваючої трубки 3, а також дозволяє якісно розпушувати ґрунт, підрізати бур'яни, утворювати ущільнене ложе і укласти на нього насіння культурних рослин.

При дослідженні засобів механізації гребневого обробітку просапних культур в лабораторних умовах використовували лабораторний комплекс, що складається з ґрунтового каналу з рейковою доріжкою, приводної станції, візки із закріпленими на ній робочими органами і комплекту вимірювальних приладів.

Для дослідження процесу формування гребеня ґрунту при посіві, на візок встановлювали посівну секцію гребньовій сівалки. У тримачах секції закріплювали лапу-сошник, Гребнеобразователь з правим і лівим плоскими дисками і коток-гребенеутворювач.

Для дослідження процесу механізованого догляду за посівами просапних культур по гребеневій технології, на візок встановлювали дві секції просапного культиватора. Між робочими органами встановлювали макет гребеня ґрунту з розмірами, відповідними гребеням ґрунту, сформованим при посіві і при першій міжрядній обробці.

Швидкість руху візка з робочими органами змінювали в інтервалі від 1,2 м/с до 2,4 м/с з кроком 0,4 м/с регулюванням частоти обертання,  $\text{хв}^{-1}$ , ротора мотор-редуктора і, відповідно, барабана. Обертання ротора регулювали зміною частоти електричного струму  $\nu$  в інтервалі від 17,5 Гц до 45 Гц частотним перетворювачем.

Макети гребенів ґрунту (рисунок 2.4) містять сталевий трапецієподібний каркас 1 з ребрами 2.

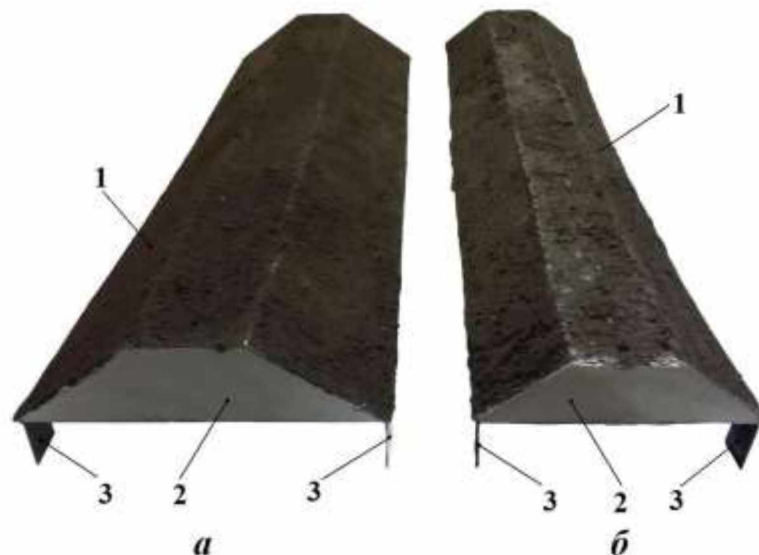


Рисунок 2.4 – Макети гребенів ґрунту, сформованих при першій міжрядній обробці (а) і при посіві (б)

## 2.2. Методика дослідження властивостей ґрунту

Перед проведенням досліджень ґрунт в каналі копали, вирівнювали і рівномірно поливали. Після висихання ґрунту і утворення ґрунтової кірки, з метою наближення лабораторних досліджень до польових умов, ґрунт в каналі розпушували відповідно до агротехнічних вимог до його

передпосівної обробки. Визначали вологість ґрунту на різній глибині за стандартною методикою [22]. Потім досліджували засоби механізації при вологості ґрунту 19 ... 23%.

Вологість ґрунту контролювали вологоміром резисторного типу FieldScout TDR 100 (рисунок 2.5).

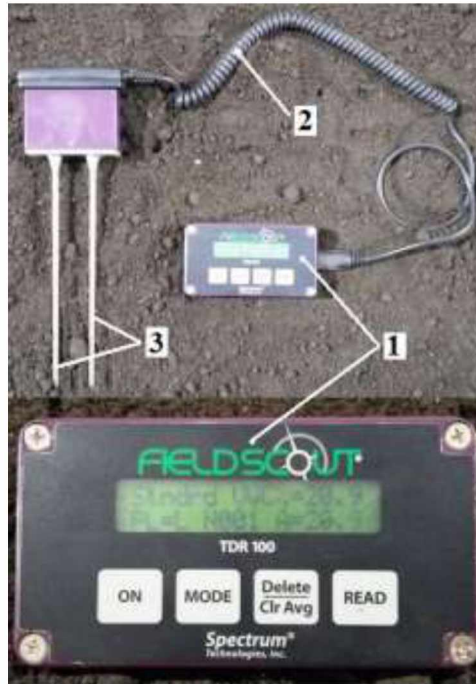


Рисунок 2.5 – Вологомір ґрунту FieldScout TDR 100: 1 - ЖК-дисплей; 2 - кабель RS-232PC-1; 3 - щупи

Вологість ґрунту заміряли в шестиразовій повторності, так як її значення на різних ділянках каналу варіювалися в деяких межах. Точність вимірювань приладу FieldScout TDR 100 додатково контролювали за стандартною методикою.

Для контролю параметрів поперечного профілю горбка ґрунту (рисунок 2.6), сформованого гребенеутворювачем сівалки, гребеня ґрунту після проходження котка-гребенеутворювача, а також гребенів ґрунту, сформованих робочими органами з плоскими дисками культиватора після першої і другої міжрядних обробок використовували пристрій для визначення параметрів поперечного профілю гребеня ґрунту (рисунок 2.7).



Потім пристроєм прорізали гребінь ґрунту у вертикальному напрямку до тих пір, поки початкова точка відліку вимірювального інструмента не збіжиться з нульовим рівнем поверхні ґрунту. Лопаткою видаляли ґрунт перед лицьовою стороною пристрою. Так як полотно виконано з прозорого матеріалу, то на зворотному боці полотна через лінії були видні параметри гребеня ґрунту (висота  $H$ , ширина верхньої  $B$  і нижньої основи  $L$ , товщина присипаного шару ґрунту  $h_{np}$ ) з точністю до 1 мм.

### **Висновки**

Розроблено методику проведення лабораторних досліджень з вивчення засобів механізації при обробленні просапних культур.

## РОЗДІЛ 3

### РЕЗУЛЬТАТИ ТЕОРЕТИЧНИХ І ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

#### 3.1. Удосконалення моделі технологій вирощування просапних культур

Велика частина із застосовуваних гребневих технологій обробітку просапних культур передбачає операції лушення стерні (після збирання попередньої культури), осінньої (зяблевої) відвальної обробки ґрунту (або дискування на глибину 10...12 см) і культивуації з одночасним боронуванням. Завершують комплекс осінніх заходів формуванням гребенів ґрунту.

Комплекс весняних заходів починають з обробки гребенів ґрунту гербіцидом для пригнічення росту бур'янів. Висів насіння в гребені виконують навесні просапними сівалками з подальшою поправкою гребенів і коткуванням. Догляд за посівами просапних культур на гребенях ґрунту виконують хімічними засобами – гербіцидами, а також механізоване - одно- або двократним розпушуванням гребенів ґрунту з одночасним підгортанням культурних рослин (рисунок 3.1).

Операції існуючої технології обробітку просапних культур на рівній поверхні поля представлені на рисунку 3.2.

Витрати питомої енергії, МДж/га, є основною характеристикою енергонасиченості, МДж/кг, кінцевого продукту – врожаю сільськогосподарської культури.

Виробництво продукції рослинництва (на прикладі вирощування сої) можна уявити як процес насичення ґрунту і вихідного матеріалу (насіння культурних рослин) енергією, вираженої в одиницях питомої енергії (МДж/га, МДж/кг)



Рисунок 3.1 – Схема технологічного процесу обробітку просапних культур за існуючою гребеневою технологією

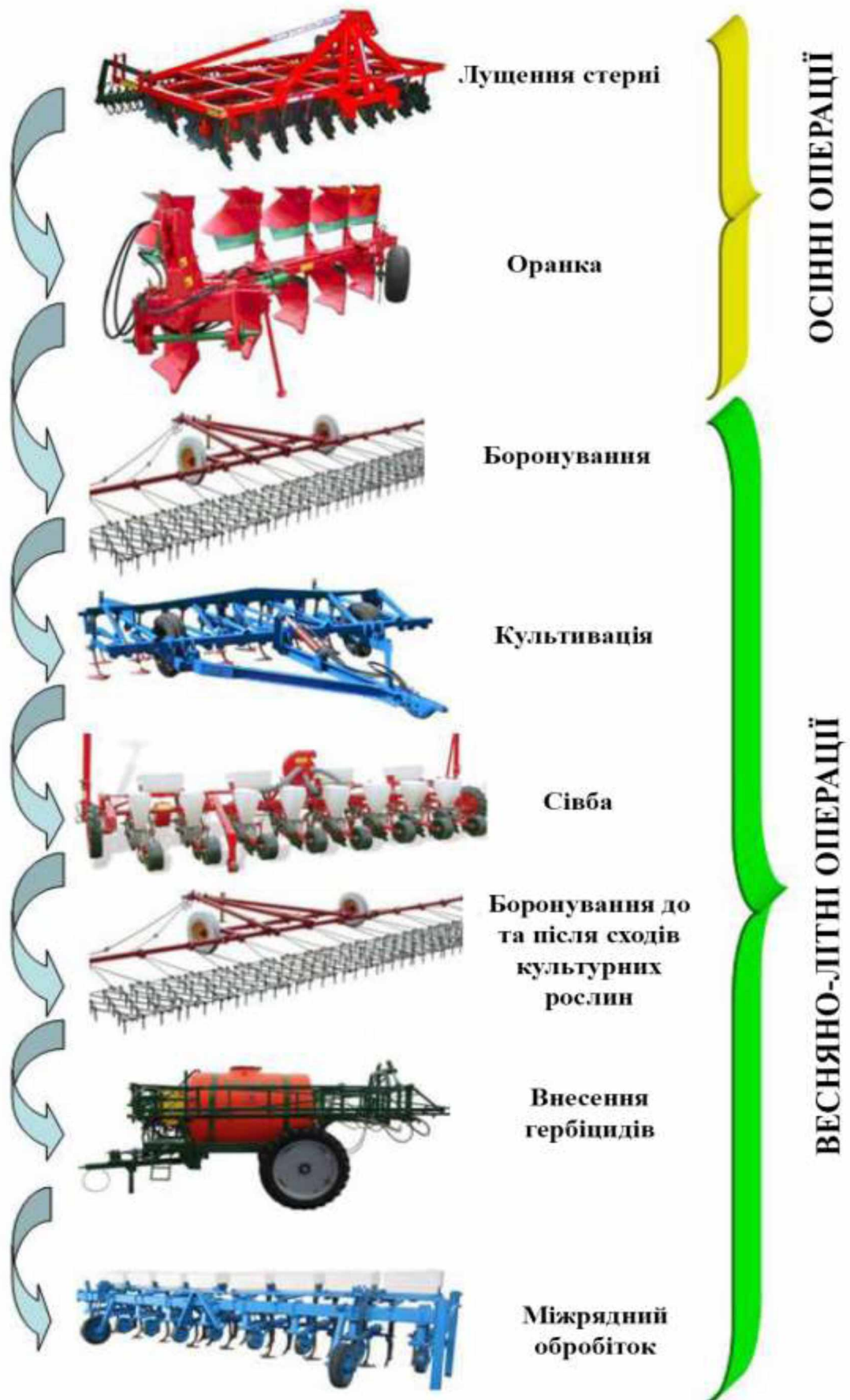


Рисунок 3.2 – Схема технологічного процесу обробітку просапних культур на рівній поверхні поля

Енергетична ефективність технологій обробітку просапних культур (сої, кукурудзи та соняшнику) представлена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Енергетична ефективність технологій обробітку просапних культур

| Назва культури                                     | Енергія, на продукцію рослинництва |                   | Енергія готової продукції, $E_{en}$ , МДж/га | Коефіцієнт енергетичної ефективності технології, $k_{ee}$ |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
|                                                    | $E_{пз}$ , МДж/га                  | $E_{кз}$ , МДж/га |                                              |                                                           |
| Існуюча гребенева технологія обробки               |                                    |                   |                                              |                                                           |
| Соя                                                | 4082,0                             | 3762,4            | 21092,3                                      | 2,69                                                      |
| Кукурудза на зерно                                 | 4005,3                             | 3029,8            | 90712,8                                      | 12,9                                                      |
| Соняшник                                           | 3834,5                             | 2989,6            | 15705,0                                      | 2,3                                                       |
| Існуюча технологія обробки на рівній поверхні поля |                                    |                   |                                              |                                                           |
| Соя                                                | 5913,3                             | 2084,0            | 17455,7                                      | 2,95                                                      |
| Кукурудза на зерно                                 | 3690,9                             | 1351,4            | 75594,0                                      | 15,0                                                      |
| Соняшник                                           | 3520,1                             | 1311,2            | 13087,5                                      | 2,7                                                       |

Енергетичні моделі виробництва продукції рослинництва за існуючими технологіями з урахуванням витрат енергії на реалізацію технологій (таблиця 3.1) показує, що загальна енергія, МДж/га, залежить від способів обробітку ґрунту, посіву і догляду за посівами, кількості механічних впливів на ґрунт і застосовуваних засобів механізації.

З прямих витрат енергії  $E_{пз}$ , МДж, значний вплив на показник енергії, МДж/га, надають сумарні енергія  $E_{то}$  і, МДж, отримана від згорання рідкого палива і витрачена на виконання технологічних операцій, і енергія  $E_{тр}$ , МДж, праці працівників.

Великий вплив на енергію, яка витрачається при виконанні технологічних операцій обробки ґрунту і посіву різними засобами механізації, надають вид оброблюваної культури (соя, соняшник, кукурудза на зерно, кукурудза на силос і зелений корм), а також фізико-механічні властивості ґрунту.

З непрямих витрат  $E_{K3}$ , МДж, на питому енергію, МДж/га, найбільший вплив роблять енергія хімічних засобів захисту рослин і добрив, найменше - енергія насіння. Операції лушення стерні і оранки на зяб, боронування до або після сходів, механізованого догляду за посівами (в залежності від номера міжрядної обробки) виконують в різні періоди часу. Отже, перспективно поєднати операції передпосівної підготовки поля з одночасним знищенням бур'янів на поверхні поля, посіву, утворення горбків ґрунту над рядками висіяних насіння і остаточне формування гребенів ґрунту прикочуванням. Одночасне виконання вищевказаних операцій дозволить зменшити витрати енергії та максимально зберегти ґрунтову вологу.

Беручи до уваги вимоги екологічної безпеки, догляд за посівами просапних культур доцільно виконати механізовано. При догляді за посівами необхідно поєднати операції підрізання бур'янів в міжряддях і знищення їх в захисних зонах з одночасним підгортанням культурних рослин. Це дозволить додатково зменшити витрати енергії.

Всі операції передпосівної підготовки поля, посіву і прикочування, а також операції підрізання бур'янів в міжряддях і присипання їх в захисних зонах культурних рослин необхідно виконувати одночасно. Це дозволить максимально зберегти ґрунтову вологу, зменшити розпорошення і переущільнення ґрунту, задіяти мінімальну кількість тракторів і сільськогосподарських машин, зменшити експлуатаційні витрати на реалізацію технології.

Для забезпечення необхідної якості пропонованої гребеневої технології обробітку просапних культур, з урахуванням вимог енерго- та ресурсозбереження, а також агротехнічних і екологічних вимог, операції необхідно виконати в такій послідовності із застосуванням відомих і запропонованих засобів механізації (рисунки 3.3).



Рисунок 3.3 – Операції пропонованої технології гребеневого обробітку просапних культур

Спосіб гребеневого посіву просапних культур здійснюють у такий спосіб.

При русі посівного агрегату (рисунок 3.4) лапи-сошники 1 і лапи 2 з плоскими дисками 3, встановлені з перекриттям величиною 3...5 см, розпушують ґрунт і підрізають бур'яни.

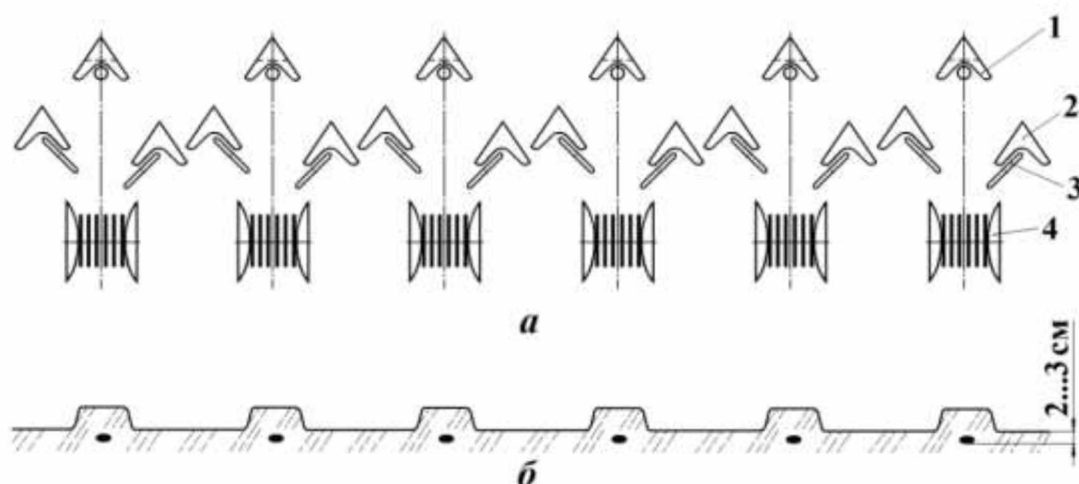


Рисунок 3.4 – Спосіб гребеневого посіву просапних культур: а - схема розстановки робочих органів при посіві; б - схема розміщення насіння в ґрунті і форма гребеня

При цьому лапи-сошники 1 знімають верхній підсохлий шар ґрунту товщиною 2 ... 3 см, зрушують його в міжряддя і утворюють вологе ложе для укладання в нього насіння. Потім насіння висівають у вологий шар ґрунту на ущільнене ложе. Ті, що йдуть ззаду лапи 2 з плоскими дисками 3 присипають насіння пухким і прогрітим шаром ґрунту, який зсувається з міжряддя з одночасним його перемішуванням при зсуві, утворюючи горбик ґрунту над висіяним насінням. Висота горбків ґрунту дорівнює заданій по агротехнічним вимогам глибині загортання насіння при традиційному гладкому способі посіву на рівну поверхню поля, але зменшеної на 2 ... 3 см.,

Вершину і бічні сторони горбка ґрунту ущільнюють одночасно з посівом котками-гребенеутворювачами 4, розташованими за лапами 2 з плоскими дисками 3. Котки-гребенеутворювачі 4 остаточно формують гребінь ґрунту заданих розмірів. Формування ґрунтового гребеня з прогрітим пухким ґрунтом, який зсувається з міжрядь, дозволяє створити для насіння сприятливі температурний і повітряний режими.

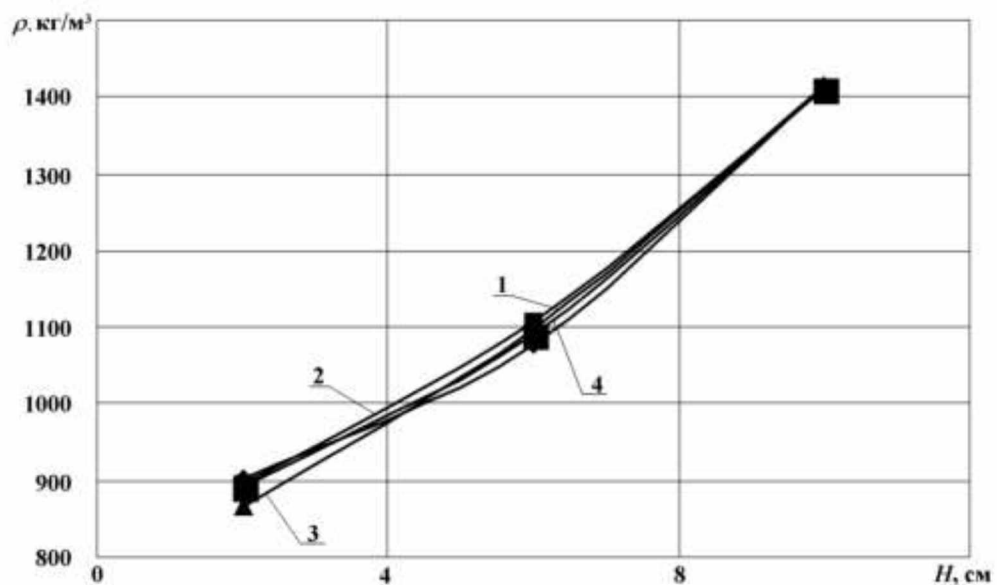
При цьому способі, посів здійснюють таким чином, щоб рядки посіву і, відповідно, гребені ґрунту над висіяним насінням, розташовувалися з півночі на південь. При цьому забезпечується прогрівання гребеня ґрунту протягом

усього дня. У першій половині дня прогрівається східний схил гребеня, в полудень - вершина гребеня, а в післяобідній час - західний схил гребеня ґрунту.

Виконання операцій технологічного циклу в вищевикладеній послідовності пропонованими засобами механізації дозволить поєднати кілька технологічних операцій за один прохід агрегату, знизити втрати ґрунтової вологи, зберегти родючість ґрунту, збільшити продуктивність засобів механізації, зменшити енерго-, ресурсовитрати і експлуатаційні витрати на реалізацію гребеневої технології обробітку просапних культур і виключити забруднення навколишнього середовища хімічними засобами захисту рослин.

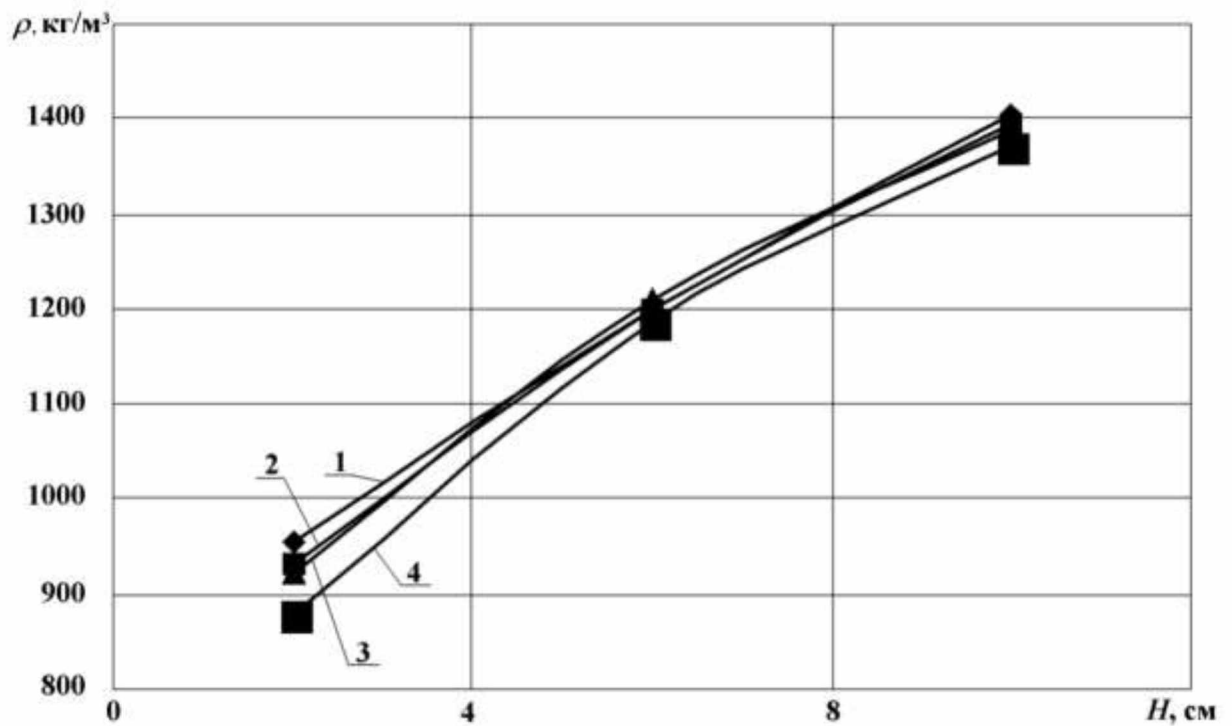
### 3.2. Визначення оптимальних режимів роботи

Графічні зображення залежностей щільності ґрунту по висоті гребеня від зусилля стиснення пружини котка-гребенеутворювача при кутах установки сферичних дисків до напрямку руху агрегату  $\alpha_{cd} = 0, 10$  і  $20^\circ$  представлені на рисунках 3.5 - 3.7.



1 -  $F_{np} = 0$  Н; 2 -  $F_{np} = 80$  Н; 3 -  $F_{np} = 160$  Н; 4 -  $F_{np} = 240$  Н

Рисунок 3.5 – Залежність щільності ґрунту по висоті гребеня від зусилля пружини котка-гребенеутворювача при  $\alpha_{cd} = 0^\circ$ ,  $V_C = 1,6$  м/с



1 -  $F_{np} = 0$  Н; 2 -  $F_{np} = 80$  Н; 3 -  $F_{np} = 160$  Н; 4 -  $F_{np} = 240$  Н

Рисунок 3.6 – Залежність щільності ґрунту по висоті гребеня від зусилля пружини котка-гребенеутворювача при  $\alpha_{сд} = 10^\circ$ ,  $V_C = 1,6$  м/с

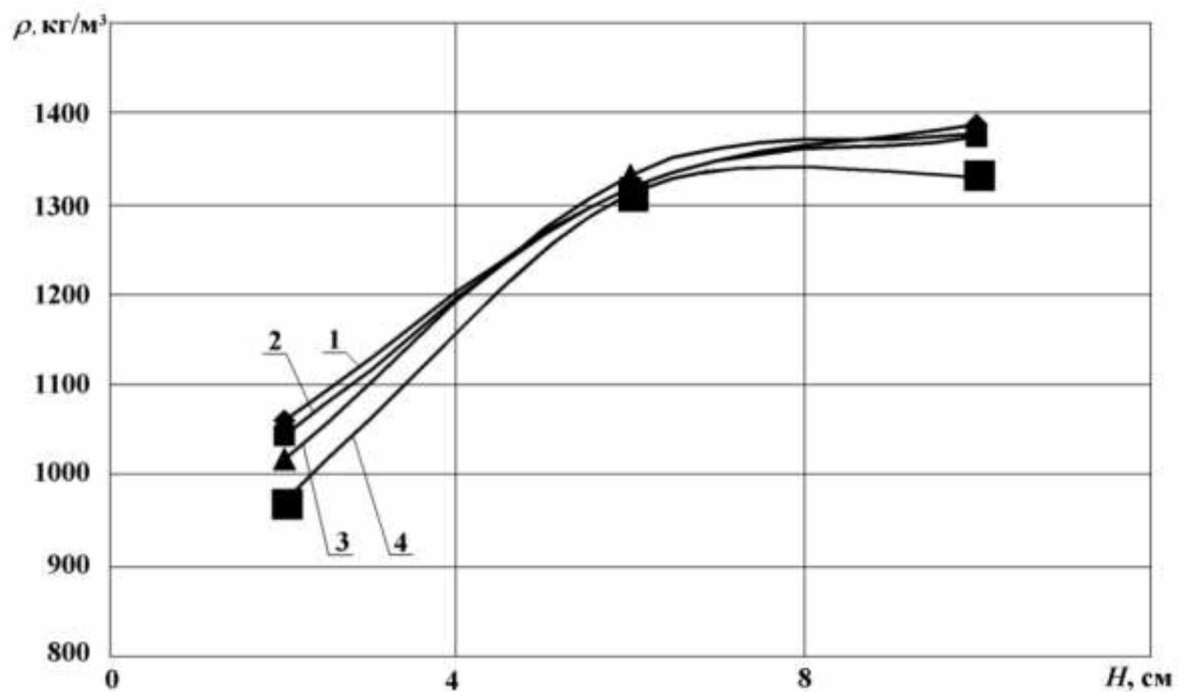


Рисунок 3.7 – Залежності щільності ґрунту по висоті гребеня від зусилля пружини котка-гребенеутворювача при  $\alpha_{сд} = 20^\circ$ ,  $V_C = 1,6$  м/с

Аналізуючи рисунки, можна зробити висновок, що за будь-якої певної швидкості руху котка-гребенеутворювача щільність ґрунту вершини гребеня ( $H_2 = 0 \dots 4$  см) зменшується зі збільшенням зусилля стиснення пружини  $F_{np}$  котка-гребенеутворювача і дещо зростає зі збільшенням кута атаки сферичних дисків  $\alpha_{cd}$ . Це пов'язано зі збільшенням зім'яття ґрунту  $h$  прикочуючими кільцями, внаслідок чого більший обсяг ґрунту пересипається між ними, додатково розпушити.

Щільність ґрунту в вершині гребеня знаходиться межах  $832 \dots 1065$  кг/м<sup>3</sup>, що відповідає агротехнічним вимогам, що пред'являються до стану ґрунту після проходження по ній котків. На щільність ґрунту в центральній частині гребеня ( $H_2 = 4 \dots 8$  см) при  $\alpha_{cd} = 0^\circ$  основну дію чинять прикатуючі кільця. Однак зі збільшенням кута атаки  $\alpha_{cd}$  сферичних дисків щільність ґрунту зростає інтенсивніше, так як в цьому випадку вони грають, в порівнянні з кільцями, більшу роль у збільшенні щільності ґрунту. За інших рівних умов зі збільшенням швидкості руху катка щільність також збільшується, але в даному випадку швидкість надає на щільність менший вплив, ніж сферичні диски і прикатуючі кільця.

Щільність ґрунту насінневого ложа ( $H_2 = 8 \dots 12$  см) практично не змінюється і знаходиться в межах  $1336 \dots 1450$  кг/м<sup>3</sup>, так як така щільність задається при попередній (основний і передпосівний) обробці ґрунту і остаточно формується при проході лапи-сошника гребеневої сівалки. Зміна конструктивно-режимних параметрів котка-гребенеутворювача на щільність ґрунту насінневого ложа впливу не робить.

Крім того, аналіз отриманих залежностей також показав, що при інших рівних умовах зі збільшенням швидкості руху котка-гребенеутворювача щільність ґрунту в вершині гребеня дещо збільшується, але особливо інтенсивно ґрунт ущільнюється в центральній частині гребеня.

### 3.3. Вплив вологості ґрунту на якість виконання технологічних операцій

Поряд з вивченням впливу вологості ґрунту на якість роботи засобів механізації гребеневого обробітку просапних культур, досліді проводили для встановлення меж вологості, при яких можливе виконання операцій гребеневого посіву та механізованого догляду за посівами просапних культур по гребеневій технології.

При цьому слід розрізняти межі можливості і доцільності виконання будь-якої технологічної операції, які визначаються працездатністю робочих органів машин і агротехнічними вимогами, що пред'являються до тієї чи іншої сільськогосподарської операції.

Проведення таких технологічних операцій, як посів просапних культур з одночасним формуванням пухкого горбка ґрунту над висіяним насінням і його прикочуванням з трьох сторін, бажано виконувати при вологості, що відповідає стиглості ґрунту [23].

Однак це не завжди можливо, тому що посів необхідно виконати в мінімально короткі і стислі терміни, що не перевищують 5 ... 7 днів, а на одному і тому ж полі вологість ґрунту може коливатися в значних межах протягом усього дня.

Вплив вологості ґрунту на якість роботи гребеневої сівалки і просапного культиватора вивчали при відносній вологості ґрунту 18,2; 21,7; 26,3; 30,1; 33,9 і 38,2% (рисунок 3.8).

З рисунку видно, що зі збільшенням вологості ґрунту коефіцієнт  $k_{cel}$  зменшується. Це пов'язано зі зменшенням сипучості ґрунту і, як наслідок, збільшеними розмірами гребеня ґрунту. Крім того, зі збільшенням вологості щільність ґрунту в гребені збільшується внаслідок зменшення опору ґрунту деформації при її зволоженні. Крім того, гребінь ґрунту заввишки 6 ... 8 см розташований в зоні прямої дії котка-гребенеутворювача.

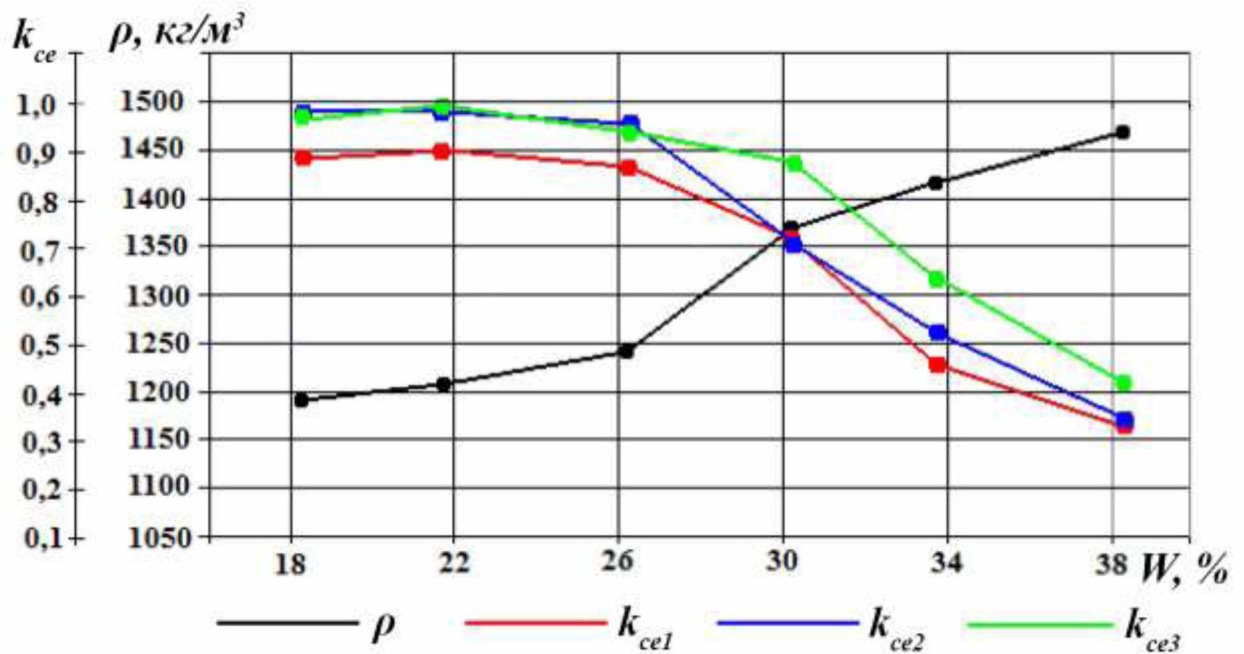


Рисунок 3.8 – Залежності якості роботи засобів механізації гребеневого обробітку просапних культур від вологості ґрунту

Зі збільшенням вологості до 26,3%, в зв'язку зі зменшенням сипучості ґрунту і посиленням внутрішніх сил зв'язку між її частками, щільність ґрунту збільшується по всій висоті гребеня. Зміна вологості ґрунту в межах від 18,2% до 26,3% незначно впливає на коефіцієнти відповідності еталону  $k_{ce2}$  і  $k_{ce3}$  при першій і другій міжрядних обробках.

Однак збільшення вологості ґрунту до 30,1% зменшує коефіцієнти  $k_{ce2}$  і  $k_{ce3}$  до 0,7 і 0,89 відповідно внаслідок збільшених шарів ґрунту ( $h_{np} > 0,03$  м) переважно на бічних сторонах гребеня ґрунту.

Виявлено, що оптимальна вологість для чорноземних ґрунтів повинна знаходитися в межах 19 ... 24%. При цьому якість роботи ґрунтообробних та посівних машин залишається практично незмінним.

## Висновки

1. Запропонована модель технологічного процесу з використанням показників енергетичних витрат на реалізацію технології дозволила не тільки

вибрати технологічні операції, але і описати характер протікання самих процесів для їх оптимізації.

2. Аналіз процесу ущільнення гребеня ґрунту котком-гребенеутворювачем дозволив встановити, що оптимальна щільність ґрунту  $\rho_{max} = 1205 \text{ кг/м}^3$  над висіяним насінням просапних культур, досягається при куті атаки сферичних дисків  $\alpha_{cd} = 10^\circ$ , зусиллі стиснення пружини  $F_{np} = 183,5 \text{ Н}$  і швидкості переміщення гребеневої сівалки  $V_C = 5...6 \text{ км/год}$ .

Вологість чорноземних ґрунтів при гребневому обробітку просапних культур із застосуванням розроблених засобів механізації не повинна перевищувати 26%, так як при більшій вологості показники якості роботи гребеневої сівалки і просапного культиватора знижуються.

## 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**

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 в 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.

У розділі охорони праці магістерської роботи 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**

Економічна оцінка гребеневої технології обробітку просапних культур, що реалізується із застосуванням розроблених гребеневої сівалки і просапної культиватора, оснащеного робочими органами з плоскими дисками, є завершальним етапом досліджень.

За пропонованою гребеневою технологією обробітку просапних культур, збільшення врожаю сої та соняшнику може ставити по 0,4 т/га в порівнянні з існуючою технологією обробітку цих культур на рівній поверхні поля.

Економічну ефективність пропонованої гребеневої технології обробітку просапних культур, із застосуванням серійних засобів механізації обробітку ґрунту і пропонованих – гребеневої сівалки і культиватора КРН-

5,6, оснащеного робочими органами з плоскими дисками, порівнювали з існуючими технологіями і відповідними кожної технології серійними засобами механізації.

Розрахунок додаткових капіталовкладень, грн., на виготовлення гребеневої сівалки і просапного культиватора, оснащеного робочими органами з плоскими дисками представлений нижче.

Амортизація металообробних верстатів і вартість матеріалу заготовок, застосовуваних при виготовленні вузлів і деталей пропонуваніх засобів механізації, включені заводом-виготовлювачем в загальну вартість готових деталей.

Витрати на заробітну плату працівникам, які беруть участь при складанні засобів механізації (гребеневої сівалки і просапного культиватора), визначають за формулою:

$$Z_{zn} = Z_o + Z_d + C_{соц}, \quad (4.1)$$

де  $Z_o$  і  $Z_d$  - основна і додаткова заробітна плата працівникам, зайнятих на складанні, грн.;

$C_{соц}$  - відрахування на страхові внески, грн.

Основна заробітна плата, грн.:

$$Z_o = T_{зб} \cdot C_{год}, \quad (4.2)$$

де  $T_{зб}$  - загальна трудомісткість збирання засобів механізації, год.;

$C_{год}$  - годинна ставка працівника, грн./год.

$$Z_o = 80 \cdot 122,5 = 9797,6 \text{ грн.}$$

Додаткова оплата, грн складає 30% від основної заробітної плати.

$$Z_o = 0,3 \cdot 9797,6 = 2939,3 \text{ грн.}$$

Визначимо додаткові капіталовкладення на виготовлення засобів механізацій гребеневого обробітку пропашних культур:

$$C_{cm} = 555459 + 287685 + 16558 = 859702 \text{ грн.}$$

Таким чином, вартість запропонованої гребеневої сівалки і просапного культиватора складе 859702 грн.

Результати розрахунків економічної ефективності технологій обробітку просапних культур представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Результати розрахунків економічної ефективності технологій обробітку просапних культур

| Найменування показника                  | Вирощування сої                       |                              |                                    |
|-----------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------|
|                                         | Існуюча технологія на рівній поверхні | Існуюча гребенева технологія | Запропонована гребенева технологія |
| Врожайність, т/га                       | 1,2                                   | 1,45                         | 1,6                                |
| Додаткові капіталовкладення, грн.       |                                       |                              | 859702                             |
| Експлуатаційні затрати, грн.            | 681331                                | 848933                       | 517595                             |
| Трудомісткість, год                     | 395                                   | 530                          | 315                                |
| Собівартість 1 т. продукції, грн.       | 1135,6                                | 1170,9                       | 646,9                              |
| Ціна реалізації продукції, грн/т        | 10000                                 | 10000                        | 10000                              |
| Виручка від реалізації, грн.            | 1200000                               | 1450000                      | 1600000                            |
| Прибуток від реалізації продукції, грн. | 518669                                | 601067                       | 1082405                            |
| Додатковий прибуток, грн.               | -                                     | -                            | 481338                             |
| Термін окупності, років                 | -                                     | -                            | 1,7                                |

Проаналізувавши показники економічної ефективності різних технологій обробітку просапних культур (таблиця 4.1), можна зробити висновок, що за пропонованою гребеневої технології обробітку експлуатаційні витрати на обробіток сої виявилися на 331438 грн. і 163836 грн. на 100 га площі поля менше в порівнянні з існуючими гребневим технологіями обробітку і на рівній поверхні поля відповідно.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз вимог, що пред'являються до вибору технології обробітку сільськогосподарських культур, дозволив встановити, що енерго- і ресурсозбереження можливо за рахунок застосування універсальних і комбінованих ґрунтообробних посівних агрегатів, що дозволяють за один прохід виконати кілька технологічних операцій.

2. Запропонована модель технологічного процесу з використанням показників енергетичних витрат на реалізацію технології, дозволила не тільки вибрати технологічні операції, але і описати характер протікання самих процесів для їх оптимізації.

3. Аналіз процесу ущільнення гребеня ґрунту котком-гребенеутворювачем дозволив встановити, що оптимальна щільність ґрунту  $\rho_{max} = 1205 \text{ кг/м}^3$  над висіяним насінням просапних культур, досягається при куті атаки сферичних дисків  $\alpha_{cd} = 10^\circ$ , зусиллі стиснення пружини  $F_{np} = 183,5 \text{ Н}$  і швидкості переміщення гребеневої сівалки  $V_C = 5 \dots 6 \text{ км/год}$ .

4. Вологість чорноземних ґрунтів при гребневому обробітку просапних культур із застосуванням розроблених засобів механізації не повинна перевищувати 26%, так як при більшій вологості показники якості роботи гребеневої сівалки і просапного культиватора знижуються.