

І.Д.Примак, С.П.Вахній, М.Я.Бомба, О.С.Тимошук,
В.П.Гудзь, В.Г.Рошко, Г.І.Демидась, С.П.Танчик,
О.П.Кротінов, І.О.Луцюк

ЕРОЗІЯ І ДЕФЛЯЦІЯ ҐРУНТІВ

ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ

З НИМИ



І.Д.Примак, С.П.Вахній, М.Я.Бомба, О.С.Тимошук,
В.П.Гудзь, В.Г.Рошко, Г.І.Демидась, С.П.Танчик,
О.П.Кротінов, І.О.Луцюк

ЕРОЗІЯ І ДЕФЛЯЦІЯ ҐРУНТІВ ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З НИМИ

За редакцією
доктора сільськогосподарських наук,
професора І.Д.Примака

*затверджено Міністерством аграрної політики
України як навчальний посібник для студентів
агрономічних спеціальностей вищих аграрних
закладів освіти III–IV рівні акредитації*

Абонемент
СТАЦІОНАРНИЙ

Фонд
УЧБОВОЇ
літератури

Біла Церква
Білоцерківський державний аграрний університет
2001

ББК 40.64

Т55

УДК 631.459:631.6.02.(075.8)



Автори: **І.Д.Примак**, Білоцерківський ДАУ;
С.П.Вахній, Білоцерківський ДАУ;
М.Я.Бомба, Львівський ДАУ;
О.С.Тимошук, Білоцерківський ДАУ;
В.П.Гудзь, Національний аграрний університет;
В.Г.Рошко, Ужгородський національний університет;
Г.І.Демидась, Національний аграрний університет;
С.П.Танчик, Національний аграрний університет;
О.П.Кротінов, Національний аграрний університет;
І.О.Луцюк, Національний аграрний університет

У посібнику викладені теоретичні основи вчення про ерозію і дефляцію ґрунтів, які включають: поняття ерозії та інших форм деструкції ґрунтів; розповсюдження, суть, форми прояву, види, фактори ерозії і дефляції ґрунтів, властивості еродованих ґрунтів. Подані математичні залежності інтенсивності ерозії і дефляції від природних і антропогенних факторів. Детально висвітлений науково обґрунтований комплекс заходів захисту ґрунтів від ерозії і дефляції, до якого входять ґрунтозахисна система землеробства з контурно-меліоративною організацією території, ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур, агролісомеліоративні заходи і гідротехнічні споруди.

Рецензенти: д-р с.-г. наук **А.С.Якименко**
д-р с.-г. наук **О.Ф.Гнатенко**

**І.Д.Примак, С.П.Вахній,
М.Я.Бомба та ін., 2001**
Оригінал-макет. БДАУ, 2001

ВСТУП

Руйнування ґрунту внаслідок ерозії і дефляції виявляється в різних формах: змиву, розмиву, розвівання, перевіання, утворення промоїн і ярів, пилові бурі та ін. Ці явища поширені на дуже великих площах у всьому світі. Водної ерозії зазнає 31 %, а вітрової – 34 % суші. У Світовий океан щороку змивається до 60 млрд т ґрунтового матеріалу. Особливо зріс змив ґрунту в останні десятиріччя через інтенсивне розорювання придатних для землеробства ґрунтів. Сьогодні розораність суші становить 10-11 %, а в країнах Європи досягає 31 %.

В Україні понад 15 млн га земель є еродованими, і ерозія продовжує наступати далі на кожний п'ятий гектар з тих, які поки що не зазнали її. Проте, втрати гумусу на цих землях вже досягли 25-35 %.

За підрахунками вчених, на землях схилів крутизною понад 1° (їх у складі ріллі близько 52 %) в Україні без користі для врожаю, а то із шкодою для навколишнього середовища і самого ґрунту втрачається до 60 % талих і зливових вод, з якими виносяться в річки, озера і ставки від 15 до 25 % біогенних речовин, добрив і пестицидів. Ростуть старі і виникають нові яри, ускладнюється екологічна обстановка.

Активізація ерозії і дефляції ґрунтів в останні десятиріччя пов'язана не тільки із збільшенням площ орних земель і навантаженням на пасовища, а й з використанням важкої ґрунтообробної техніки, яка ущільнює ґрунт і руйнує його структуру. Із впровадженням у виробництво інтенсивних технологій з використанням важких машин та посиленої хімізації посилилася декальцинація ґрунту, у 2-3 рази збільшилася кількість пилу (частинок ґрунту менше 0,25 мм в діаметрі) у чорноземах і досягла 30 %. Водотривкість структури змитих ґрунтів знизилася до 10-15 %, а пористість стала нижчою за оптимальні розміри.

Посилилась схильність ґрунтів до розтріскування при висиханні, зросли їх щільність, опір обробці та проникненню коренів; знизилась більш як у 5 разів реальна водопроникність.

У степовій зоні поширилась нова для цих місць форма ерозії – іригаційна, яка виникла у зв'язку з впровадженням зрошення. Вона зумовлена подачею на поля додаткової до атмосферних опадів води і безпосереднім впливом на ґрунтові агрегати енергії крапель, що викидаються дощувальними машинами.

Водною і вітровою ерозією щороку виноситься в середньому 15 т/га, а в Україні – 740 млн т родючого ґрунту, що містить близько 24 млн т гумусу, 0,7 млн т рухомого фосфору та інші елементи живлення. Основною причиною такого становища є надмірна розораність земель (81-82 % усіх сільськогосподарських угідь, або близько 58 % усієї території). Загальні ж нормативи становлять: розораність території – 40-45 %, співвідношення екологічно сталих угідь (сіножаті, пасовища, ліси) до ріллі – не менше одиниці.

Ерозійні процеси, руйнуючи ґрунти, впливають насамперед на забезпеченість їх органічною речовиною. Так, уміст гумусу в слабоеродованих чорноземах зменшується на 5-10 %, середньоеродованих – 25-30 % і сильноеродованих – на 35-40 %, порівняно з їх повнопрофільними аналогами. У таких ґрунтах у гумусі орного шару міститься відносно більша кількість фульвокислот і менша – гумінових, знижується його біогенність, що погіршує умови росту і розвитку сільськогосподарських культур, а продуктивність еродованих ґрунтів знижується на 10-40 % залежно від ступеня еродованості. У виробничих умовах Полісся середньорічні втрати гумусу під впливом ерозії становлять 2,4 млн т, у Лісостепу – 11, у Степу – 10,3 млн т.

Шкода, якої завдає вітрова ерозія сільському господарству нашої країни, виявляється переважно у видуванні, засіканні та засипанні посівів озимих культур, а також у вилученні з поверхневого шару частини ґрунтового матеріалу, що призводить до значних втрат гумусу і поживних речовин, а в кінцевому підсумку – до зниження родючості ґрунтів.

Більшість ґрунтового матеріалу, який видувається вітром, відкладається біля різних механічних перепон і в інших місцях, де швидкість вітру різко знижується і послаблюється його підіймальна сила. Найдрібніші частинки, які піднімаються на значну висоту, переносяться на великі відстані і повністю вилучаються з даної території.

М.І. Долгілевич (1981) визначив щорічні втрати ґрунтів від вітрової ерозії при максимальних швидкостях вітру, які спостерігаються у Степу країни раз на 5 років. Найбільшими є вони на Нижньодніпровському піщаному масиві. При швидкостях вітру 22-24 м/с і тривалості пилових бур понад 20 годин на рік втрачається понад 140 т/га дрібнозему. На чорноземах звичайних карбонатних Приазовської височини, на чорноземах звичайних супіщаних і легкосутлинкових Середнього Придніпров'я, на сході Донбасу, на чорноземах слабозвинених карбонатних західних районів Криму при такій же швидкості вітру і тривалості пилових бур від 6 до 20 годин на рік втрачається 10-20 т/га ґрунту. У більш північних і західних районах ці втрати не перевищують 2-10 т /га на рік. На Поліссі і в Лісостепу втрати становили 2-5 т/га при низькій швидкості вітру. З усієї степової зони щороку видувається 21,5 млн т дрібнозему, з яким виноситься 39,5 тис т азоту і 23,6 тис т фосфору.

Вітрова ерозія призводить до видування ґрунту і засипання дрібноземом садів, виноградників, зрошувальних каналів, лісосмуг і лісів.

На більшій частині території країни (12 млн га) переважає водна ерозія ґрунтів, яка виявляється як при таненні снігу, так і під час злив. Внаслідок змивання водою безповоротно втрачаються з полів найродючіші ґрунти і вимивається в річки та моря велика кількість елементів живлення рослин. Доведено, що тільки внаслідок стоку талих вод із сірих лісових ґрунтів на зябі щороку змивається 4,1-84 м³/га, на посівах озимих – 2,5-66,7, ярих колосових культур – 6,2-6,5 м³/га. В окремих випадках змив ґрунту досягає майже 770 м³/га (Смирнова Е.М., Можейко Г.А., 1989).

Як показали дослідження, на чорноземах звичайних концентрація поживних речовин у твердому стоці вища, ніж у ґрунті. Внаслідок змиву ґрунтових агрегатів з більш високим умістом органічних речовин у твердому стоці збільшується кількість дрібних фракцій, руйнується структура ґрунту. Через це різко погіршуються водно-фізичні властивості ґрунтів, знижується здатність їх швидко поглинати й утримувати воду атмосферних опадів, а також стійкість проти ерозії.

Площа України становить 60,4 млн га, з них 42,4 млн га (70,2%) – сільськогосподарські угіддя, у тому числі 34,3 млн га (81%) – рілля.

Збільшення площ ріллі і посівів сільськогосподарських культур тривалий час було єдиним, хоч і згубним для майбутнього способом збільшення валових зборів продукції землеробства. У деяких областях України, зокрема у Вінницькій, Тернопільській, Черкаській, Кіровоградській та інших, розорано понад 90 % сільськогосподарських угідь, тоді як у колишньому СРСР площа рілля становила 37 %, у Франції – 48, ФРН – 32, Англії – 25, США – 20 % сільськогосподарських угідь.

Ступінь розораності земель України становить 58 %, порівняно з 10 % в колишньому СРСР і 12 % у США. Високий рівень розораності угідь, а також розширення площ посівів просапних культур за післявоєнні роки більш ніж удвічі, укрупнення полів зумовили розвиток небувалих ерозійних процесів. Щорічні втрати ґрунту становлять близько 600 млн т, у тому числі понад 20 млн т гумусу. На 1 т продукції рослинництва (в умовних зернових одиницях) втрачається до 7 т ґрунту. Знизилась біологічна активність ґрунту, зменшилися і забруднилися ресурси прісної води. На одного жителя України сьогодні припадає в 4 рази менше прісної води, ніж у США (Сайко В.Ф., 1995).

Аналіз показує, що високий рівень розораності території України зумовив не тільки наростання екологічного ризику, а і соціальної напруженості в країні. Система використання землі перебуває в критичному стані. Системи землеробства не відповідають виробничим відносинам, що змінюються, а також економічній, екологічній та енергетичній доцільності.

Перехід до ринкової економіки є, безумовно, об'єктивним і законним кроком. При цьому все наочнішою стає необхідність з ринкових позицій розглядати і науково обґрунтовано використовувати землю як засіб виробництва, з метою підвищення продуктивності всіх галузей сільського господарства.

На думку вчених, першочерговим заходом сьогодні має бути вилучення з обробітку як мінімум 10 млн га землі і переведення її з ріллі у природні кормові угіддя, у тому числі 6–7 млн га – під постійне залуження і близько 2 млн га – під заліснення. Внаслідок цього розораність сільськогосподарських угідь в Україні становитиме 56,8 % і буде найбільш високою в Європі, і втричі більшою, ніж у США.

При вилученні частини землі з обробітку поліпшаться родючість, екологічні умови, оскільки певною мірою відновиться порушене співвідношення між природними комплексами (площами лісів, водних джерел, лук, посівів тощо), стабілізується екологічна рівновага в агроландшафтах. На думку вчених, в Україні площі лук необхідно збільшити як мінімум у 2,7, а лісів – у 1,8 рази. Слід при цьому враховувати те, що потреба в залісненні не тільки зумовлена екологічною ситуацією, а й є господарськи доцільною.

Найважливішим при переведенні ріллі у природні кормові угіддя є раціональне використання енергії, оскільки втрати ґрунту від ерозії за цих умов, а також втрати енергії, акумульованої в органічній речовині та елементах живлення змитого ґрунту, зменшуються в 6 разів.

При організації природних кормових угідь слід створювати передусім луки й пасовища довготривалого використання, оскільки ці угіддя потрібно наблизити до тваринницьких ферм, залужити схилі землі, водоохоронні зони та ґрунти, забруднені радіонуклідами.

За даними Інституту землеробства УААН, при зменшенні площі ріллі у структурі посівних площ України площі посівів становитимуть: зернових культур – близько 15 млн га; технічних – 3,0; картоплі та овочів – 1,0; кормових – 3,4; чорні пари для гарантованого виробництва зерна озимої пшениці у степовій зоні – 0,8; природні кормові угіддя (з урахуванням існуючих сьогодні площ луків і пасовищ) – понад 1,5 млн га.

Слід зазначити, що зменшення площі ріллі дає змогу зосередити органічні й мінеральні добрива на 22,3 млн га і залежно від ґрунтово-кліматичних умов вносити по 10-15 т/га органічних добрив, використовувати на добриво значну частину побічної продукції сільськогосподарських культур, ширше застосовувати проміжні посіви сидеральних культур на зелене добриво.

Родючість земель, переведених у кормові угіддя, підвищуватиметься за рахунок використання багаторічних бобових і бобовозлакових трав, а також внесення добрив.

Переводити рілля у природні кормові угіддя слід разом із проведенням земельної реформи, запровадженням приватної власності і ринку землі, що сприятиме переходу землеробства на інтенсивніший шлях розвитку.

1. ЕРОЗІЯ І ДЕФЛЯЦІЯ ГРУНТІВ

1.1. Загальні відомості про ерозію і дефляцію ґрунтів

Термін “ерозія ґрунтів” донедавна використовували в широкому розумінні як будь-яке руйнування (деструкція) і знесення верхньої частини ґрунту, незалежно від того, чим воно спричинюється.

У вузькому розумінні ерозія – це змивання і розмивання ґрунту поверхневим тимчасовим водним стоком. Крім ерозії, існують ще такі деструкції ґрунтів, як дефляція, суфозія, карст, соліфлюкція, абразія, технічне руйнування тощо.

Дефляція – це руйнування ґрунту і перенесення дрібнозему вітром. Необхідна умова її прояву – наявність вітру із швидкістю, достатньою для перенесення ґрунтових частинок. Максимальний прояв дефляції спостерігається під час ураганних вітрів, коли в повітря підіймається велика маса пилюватих частинок. Дефляція займає друге місце після ерозії щодо негативного впливу на ґрунтовий покрив і призводить до зниження родючості ґрунтів на великих територіях. Вона часто супроводжує ерозію. У зв'язку з цим дефляцію вивчають як один із видів ерозії.

Суфозія (підривання) – це руйнування ґрунтового покриву внаслідок осідання у процесі розчинення і виносу з ґрунту та підстилаючої породи гіпсу й карбонатів. Через локальність осідань під час суфозій на поверхні ґрунту утворюються мікропониження глибиною від 10-20 до 100 см.

Карст – це руйнування ґрунтового покриву внаслідок осідань, зумовлених вилугованням вапняків, що підстилають ґрунт, з утворенням у них пустот. Карстування вапняків призводить до утворення на поверхні ґрунтів карстових вирв глибиною 1-5 м, що супроводжується руйнуванням ґрунтового покриву.

Абразія – це руйнування енергією хвиль берегів морів, озер, водосховищ.

Техногенна деструкція – це руйнування і зміщення гумусового горизонту ґрунтів сільськогосподарською технікою. Спостерігається переважно в районах розвитку мікрорельєфу. При цьому з мікропідвищень висотою 0,3-0,5 м і діаметром 10-20 м під час оранки і боронування тракто-

рні причіпні знаряддя стягують гумусовану частину ґрунту в мікропониження. До техногенної ерозії ґрунтів відносять також усі види руйнування їх і підґрунтової товщі, зумовлені будівельними роботами, видобутком корисних копалин відкритим способом та ін.

Найбільших збитків сільському господарству завдають ерозія і дефляція. Решта форм деструкції ґрунтового покриву є локальними. Вони розвиваються на крутих схилах, у районах із засоленими або карбонатними породами, на гірничодобувних промислових об'єктах.

Інтенсивні ерозія і дефляція ґрунтів почалися одночасно із сільськогосподарською діяльністю людини. Знищення лісів, розорювання ґрунтів без дотримання певних правил, невміле випасання худоби також призводять до змивання, розмивання та розвіювання ґрунту.

Інтенсивна ерозія оброблюваних ґрунтів почалася одночасно з їх розорюванням. Під час оранки знищувалася переплетена кореневою системою дернина, яка, неначе килим, захищала ґрунт від зовнішнього впливу різних факторів. Позбавлені цього захисту, орні ґрунти швидко руйнувалися, утворювалися промоїни, яри. Першими з явищами ерозії зіткнулись народи Давніх Китаю, Єгипту, Месопотамії та інших країн ранньої цивілізації. Перші землероби не бачили зв'язку між своєю господарською діяльністю та згубними наслідками, до яких вона призводила. Вони випалювали і викорчувували ліси (підсічно-вогнева і лісопільна системи землеробства), розорювали і неграмотно використовували цілинні і перелогові землі (перелогова система землеробства). Проте, й пізніше, при капіталістичному способі виробництва, коли стали зрозумілими руйнівні наслідки хижачького використання землі, воно тривало, оскільки було спрямоване на отримання максимальних прибутків.

Великої інтенсивності досягли процеси водної ерозії у другій половині XIX ст. в США. Тут були розорані практично всі придатні під зернові культури землі. Ерозія охопила всю територію Великих Рівнин Північної Америки, набувши катастрофічних розмірів у першій половині XX ст.

Шкода, якої завдає ерозія сільському господарству, виявляється не тільки в руйнуванні ґрунтів, а й у виносі з них поживних речовин – азоту, калію, фосфору, кальцію, магнію та ін. Ґрунтовий покрив світу внаслідок ерозії втрачає в 60 разів більше елементів живлення рос-

лин, ніж їх надходить із добривами. Продуктивність еродованих ґрунтів знижується на 35-70 %.

Родючий шар ґрунту руйнується під впливом ерозії швидко, інколи за кілька років, а для природного відновлення його шару товщиною 25 см потрібні сотні років. Отже, змивання орного шару зводить нанівець результат роботи природних сил за кілька сотень років.

Ерозія ґрунтів є поширеною на всіх континентах. Найінтенсивніше освоєння земель, яке супроводжувалось знищенням лісової і степової рослинності, спостерігалось в останні 100-200 років. За цей час з користування вибуло близько 2 млрд га, або 10-20 млн га щорічно, і переважно від ерозії та дефляції.

За масштабом прояву ерозії одне з перших місць у світі займає Китай. Дві третини його території мають гірський або горбкуватий рельєф, на більшій її частині ґрунти легкоеродовані на лесових відкладеннях; значна частина території належить до зони з мусонними зливовими опадами.

Сильно розвинена ерозія в Канаді, Індії, Австралії та багатьох інших країнах. У Європі через ерозію щороку зноситься 84 т/км² родючого дрібнозему, в Африці – 700 т/км².

Ерозія ґрунтів є лихом для сільськогосподарського виробництва у багатьох районах степової зони України, де еродовано майже 26 % площі чорноземів, 30 % – ріллі, майже 50 % – пасовищ.

На півдні України серйозної шкоди завдає дефляція, яка з величезною силою розвивається в окремі роки, спричиняючи пилові бурі. У березні – квітні 1960 р. внаслідок пилової бурі, що охопила Північний Кавказ і південь України, був знесений шар ґрунту 7-10 см, а протягом трьох днів з цієї території було перенесено 25 км³ ґрунту. Цей об'єм його дорівнює об'єму кряжа довжиною 25 км, висотою 4 км і шириною 1,5 км.

Ерозія і дефляція істотно погіршують не тільки ґрунти, а й усю екологічну обстановку регіонів та екологічні умови Землі в цілому.

Внаслідок руйнування ґрунтового покриву знижується біологічна продуктивність біосфери, відбуваються несприятливі зміни в кругообігу хімічних елементів та їх балансі, порушується рівновага, що склалася в біосфері.

У деяких випадках ерозія є головним фактором забруднення поверхневих вод. З ерозійними стоками у воду надходить 90 % глинистих фракцій, 79 – азоту, 53 – фосфору, 98 % бактерій.

В останні 20-30 років у водоймища України надходять стоки, які містять багато шкідливих сполук азоту і фосфору, що пояснюється змиванням добрив із полів. Це спричинює евтрофікацію водоймищ, підвищує їх некорисну продуктивність, коли посилено розвиваються фітопланктон, прибережні зарості, починається цвітіння води. У глибинній зоні водоймищ внаслідок надходження азоту й фосфору посилюються анаеробні процеси з нагромадженням таких шкідливих для живих організмів продуктів, як аміак, сірководень та ін. Виникає дефіцит кисню. Це призводить до загибелі цінних риб і рослин, вода стає непридатною не тільки для пиття, а й для технічного використання. Евтрофіковане водоймище втрачає господарське і біогеоценологічне значення. Отже, стоки поверхневих вод та ерозія ґрунтів спричиняють забруднення і гідросфери.

Особливо багато добрив виноситься з полів при неправильному внесенні їх, наприклад, узимку або рано навесні по снігу. При зимовому і ранньовесняному внесенні добрив, коли поверхня поля покрита льодовою кіркою, а інфільтрація води понижена, з полів, які мають навіть незначний схил (0,008 – 0,014), з поверхневим стоком виноситься 50-100 % аміачної селітри, 40-70 калію, 30-40 фосфору, 40-60 % вапна від внесеної кількості. Для запобігання змиву треба вносити добрива після відтавання ґрунтів і припинення стоку талих вод.

Отже, ерозія є не тільки сільськогосподарською, а й екологічною проблемою. Слід зважати на те, що найбільший екологічний збиток від ерозії виявляється не в забрудненні гідросфери, а в зниженні біологічної продуктивності суші. Це ослаблює функціонування основного механізму біосфери (системи рослинність – ґрунтовий покрив), що підтримує біогеохімічні цикли Землі, у тому числі цикли, які визначають сприятливе співвідношення кисню й оксиду вуглецю в атмосфері. Для запобігання можливим негативним змінам у біосфері треба охороняти покрив від руйнування, вживати заходів до того, щоб він був вкритий трав'яною, чагарниковою і деревною рослинністю.

Слід зазначити, що давні землеробські цивілізації (Китай, Індія) вже мали певні уявлення про ерозію, її причини та методи боротьби з цим явищем. У Росії та Україні початок розвитку наукових уявлень про ерозію і способи захисту від неї, тобто початок наукового вчення про ерозію пов'язаний з ім'ям Ломоносова М.В., а також професорів Московського університету Афоніна М.І. і Болотова А.Т., які ще на

початку XIX ст. показали, яких великих збитків завдає ерозія, і запропонували заходи запобігання змиву ґрунту. У середині XIX ст. широко проводилось картографування змитих ґрунтів і ярів, вивчались закономірності ерозії, збирались дані про вплив змиву ґрунтів на врожайність сільськогосподарських культур.

Значні дослідження з вивчення ерозії ґрунтів провів наприкінці XIX ст. Тихобразов П.П., який запропонував такі заходи захисту ґрунтів від ерозії, як земляні вали на полях для затримання талих вод, нарізування полів і оранка вздовж горизонталей. У працях російських учених кінця XIX ст. вже були запропоновані кількісні оцінки ерозії. Водночас розвивалися наукові уявлення про дефляцію ґрунтів та способи боротьби з нею. Перші відомості про неї торкаються часів Київської Русі.

У Росії виникла й успішно розвивалася агролісомеліорація як галузь знання, що ставила за мету захист ґрунтів та сільськогосподарських рослин від ерозії, дефляції і посухи.

Перша державна спроба організації штучного лісорозведення в степу була зроблена ще за Петра I. В 1696 р. поблизу Таганрога був закладений дубовий ліс, який зберігся до наших днів.

З початку XIX ст. степовим лісонасадженням було надано державного значення, щовесни до насадження лісу залучалися тисячі селян. Почалася організація дослідної справи щодо створення лісових масивів у степу та розробки наукових основ степового лісорозведення. У кращих поміщицьких господарствах були зроблені спроби створити протиерозійні полезахисні смуги, розроблялися способи їх розміщення, садіння і догляду. Так, в одному з маєтків Тульської губернії великих успіхів у галузі лісорозведення досяг Шатілов І.М., який у 1821 р. почав вирощувати ліс у місцевості, посіченій балками і ярами. Ці видолинко-балкові насадження відіграли велику протиерозійну роль. Син Шатілова, Шатілов І.І., вирощував не тільки видолинко-балкові ліси, а й інші насадження, що збереглися до сьогодні.

Початком організованого степового лісорозведення слід вважати створення в 1843-1844 рр. Великоанадольського та Бердянського дослідних лісництв. Керівником першого з них був В.Є. Графф, який не тільки посадив 144 десятини лісу і створив дендрарій, а й організував школу лісівників. У 70-80-тих роках XIX ст. у Росії було відкрито 30 степових лісництв і лісових дач.

Великий ґрунтознавець Докучаєв В.В. був першим, хто запропонував струнку і всеохоплюючу систему заходів захисту ґрунтів від ерозії, дефляції, посухи та підвищення родючості чорноземів і визначив місце лісових насаджень у системі цих заходів. Його система включала регулювання стоку рік і влаштування ставків у степу, створення певного співвідношення між площами ріллі, луків і лісу, проведення протиерозійних заходів обробітку ґрунту, що забезпечують якнайповніше використання вологи, застосування сортів дерев, пристосованих до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Для того, щоб показати можливості запропонованого комплексу заходів, Докучаєв В.В. організував три дослідні сільськогосподарські дільниці – Кам'яно-степову, Старобільську та Маріупольську. Лісові насадження на цих сільськогосподарських ділянках створювали для захисту посівів від вітрів, бур та суховіїв, накопичення і регулювання потужності снігового покриву, запобігання ерозії ґрунтів та поліпшення мікроклімату. Докучаєв В.В. вважав, що належний захист сільськогосподарських угідь може бути забезпечений лише тоді, коли лісові насадження займатимуть від 10 до 20 % загальної площі.

У розвитку полезахисного лісорозведення виключно велика роль належить Висоцькому Г.М., який, зокрема, провів велику наукову й організаційну роботу з реалізації докучаєвської програми на Маріупольській дослідній дільниці, узагальнивши великий досвід, і довів, що масивне лісорозведення в Степу можливе тільки на чорноземах.

У 1923 р. поблизу міста Новосілля Орловської області була створена перша у світі дослідно-яружна станція, організатором і першим керівником якої був Козьменко А.С. У 30-х роках дослідження ерозії ґрунтів і розробку методів захисту від неї, що координувались Ґрунтовим інститутом ім. В.В. Докучаєва, широко проводили в багатьох регіонах колишнього СРСР під керівництвом А.М. Панкова, а потім академіка С.С.Соболева, який зробив великий внесок у розвиток науки про ерозію. У 50-х роках вивчення ерозійної проблеми тривало в Інституті географії Академії наук СРСР під керівництвом Д.Л.Арманда і С.І.Сільвестрова, де були підготовлені такі великі праці, як, "Районирование территории СССР по основным факторам эрозии" і "Региональные системы противозерозионных мероприятий".

Новий етап розвитку науки про ерозію відзначається інтенсивним виробничим проведенням протиерозійних заходів. Це період освоєн-

ня цілинних і перелогових земель, здійснених у 50-х роках. Розорювання цілини, проведене з порушенням ґрунтозахисних заходів землеробства, призвело до бурхливого розвитку ерозії, особливо дефляції ґрунтів, і зумовило необхідність проведення різних заходів боротьби з цими явищами. Розвитку деструкції ґрунтів сприяло також застосування важкої техніки, зрошення, яке призвело до руйнування ґрунтової структури і виникнення ерозії.

Нині координатором наукових досліджень в Україні з питань ерозії і дефляції ґрунтів та заходів боротьби з ними є Інститут ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н. Соколовського УААН (м. Харків).

На сучасному етапі для досліджень характерна розробка теоретичних основ ерозійознавства, математичних підходів до вирішення проблеми пізнання закономірностей розвитку ерозії та розробки методів запобігання їй.

1. 2. Ерозія ґрунтів

1.2.1. Суть, форми прояву і види ерозії ґрунтів

Ерозія ґрунтів, як уже зазначалося, – це руйнування їх під дією поверхневих водних потоків. Вона відбувається внаслідок розмивання поверхні ґрунтів, переходу зміщених частинок у завислий стан і перенесення їх на інші ділянки. У місцях, де швидкість потоку знижується, мінеральні частинки осідають, утворюючи перевідкладені пролювіальні й делювіальні наноси та намиті ґрунти.

Явище змивання ґрунтів пов'язане з відривом від поверхневого шару окремих частинок і цілих агрегатів. Механізм його можна уявити як взаємодію еродуючої сили стоку $F_{ер}$, що діє на частинку, із силою зчеплення частинки з ґрунтом $F_{зч}$. Еродуюча сила потоку залежить від швидкості потоку V , товщини шару води h і відношення маси частинки m до площі її поперечного перерізу S :

$$F_{ер} = f(F_{зч} \cdot V \cdot h \cdot \frac{m}{S}).$$

Сила $F_{ер}$ зростає із збільшенням V і h та із зменшенням $\frac{m}{S}$. Сила зчеплення ґрунтової частинки $F_{зч}$, у свою чергу, залежить від щільності частинки ρ та міцності її зв'язку з іншими частинками $F_{зв}$, яка залежить від вмісту в ґрунті колоїдів і багатьох інших факторів:

$$F_{зч} = f(\rho \cdot F_{зв}).$$

У поширених рівняннях для визначення розмиваючої сили потоку товщина шару води, як правило, не зазначається. Однак, очевидно, що сила бокового тиску на частинку в приземному шарі води при одній і тій же швидкості зростає зі збільшенням рухомої маси води.

Ерозія відбувається тоді, коли $F_{ер}$ стає більшою за $F_{зч}$. Швидкість водного потоку, за якої починається відривання твердих частинок від поверхні ґрунту, називається *критичною швидкістю потоку* $V_{кр}$.

За однієї тієї ж щільності сумарний поперечний переріз частинок на одиницю об'єму зростає зі зменшенням їх розмірів. Тому критична швидкість потоку менша на ґрунтах із дрібнішими мікроагрегатами та гранулометричними частинками, ніж на ґрунтах з крупними частинками.

Отже, інтенсивність відриву поверхневим стоком ґрунтових частинок і агрегатів залежить від текстури і гранулометричного складу ґрунтів та ґрунтоутворних порід і від того, наскільки донні швидкості поверхневого стоку перевищують критичні (нерозмивні) значення для даного ґрунту.

Крім зазначених факторів, на інтенсивність відриву частинок від ґрунту значною мірою впливає турбулентність потоку, пов'язана з нерівностями поверхні ґрунтів. У турбулентному потоці частинки, які відірвалися, інтенсивніше піднімаються до поверхні потоку і переносяться далі.

Види ерозії ґрунтів спеціалісти розглядають з двох позицій: за характером впливу на ґрунт, тобто за формою прояву, і за походженням води, що надходить на ґрунт.

Форми прояву ерозії

За формою прояву розрізняють ерозію поверхневу (площинну), або змив ґрунту; струменеву; розмивання ґрунту, або яружну ерозію. Результати прояву цих форм ерозії можна бачити на окремих масивах земель, проте вони часто спостерігаються і сумісно.

Поверхнева (площинна) ерозія спостерігається на вирівняних схилах, що характеризуються рівномірним розподілом стоку. Вона призводить до рівномірного по території змиву ґрунту. Внаслідок площинної ерозії відбувається "зрізання" верхніх родючих шарів і вкорочення профілю ґрунтів.

Інтенсивність ерозії (Q) вимірюють за втратою ґрунтом його маси (m) з одиниці площі (S) за одиницю часу (t) і виражають у тоннах на гектар (т/га) або міліметрах за рік (мм/рік):

$$Q = \frac{m}{St}$$

У цих одиницях вимірюють також швидкість ґрунтоутворення. Тому порівняння швидкості ерозії та швидкості ґрунтоутворення вказує на ступінь ерозійної загрози ґрунтам. Ерозійно загрозованими ґрунтами вважають тоді, коли швидкість ерозії перевищує швидкість розвитку ґрунтового профілю углиб. Якщо швидкість ерозії ґрунтів менша за швидкість ґрунтоутворення, ґрунти не є ерозійно загрозованими, а ерозію називають *нормальною*.

Швидкість збільшення гумусового профілю при формуванні різних ґрунтів є неоднаковою, проте за середню вважають 0,2 мм/рік. Виходячи з цього, при інтенсивності ерозії, яка не перевищує 0,2 мм/рік, або 2-3 т/га за рік, її вважають нормальною і не беруть до уваги. При втраті ґрунтів 3-6 т/га за рік ерозію відносять до слабкої, 6-12 – до середньої, а при знесенні дрібнозему понад 12 т/га за рік – до сильної.

Струменева ерозія виникає тоді, коли по схилу стік перерозподіляється й утворює струмені різної інтенсивності, які призводять до утворення промоїн і баюр глибиною до 0,5-1 м. Тобто, до струменевих форм ерозії відносять розмивання ґрунту з утворенням мілких негативних форм рельєфу, які усуваються механічним обробітком ґрунту. Вони не мають поздовжнього профілю і повторюють профіль поверхні схилу.

Форми струменевої ерозії завдають великих збитків сільськогосподарському виробництву, оскільки не тільки призводять до змиву родючого гумусового горизонту, а й руйнують поверхню ріллі, що утруднює механічний обробіток ґрунту. Якщо не проводити захисту, ця форма ерозії переростає в яружну.

Яружна ерозія – це форма лінійної ерозії, за якої промоїни досягають глибини понад 1 м і при їх наявності поля неможливо обробляти механізмами. На відміну від форм струменевої ерозії, яри мають свій поздовжній профіль, який відрізняється від профілю поверхні, в яку він урізаний. Цей вид ерозії завдає сільському господарству дуже великих збитків. Яри особливо шкідливі тим, що руйнують поверхню ландшафту і виводять із сільськогосподарського користування землі

не тільки на місці самих ярів, а й на територіях, які до них прилягають. У світі щорічні втрати ґрунтів від утворення ярів становлять 3 млн га.

У розвитку ярів можна виділити 4 стадії: 1) промоїни, або баюри; 2) врізання висячого яру вершиною; 3) вироблення профілю рівноваги; 4) затухання розвитку. Протягом розвитку одного яру можна спостерігати різні стадії, при цьому кожній стадії розвитку поздовжнього профілю відповідає певна форма поперечного профілю рельєфу.

За положенням у рельєфі яри поділяють на *берегові* (схиліві) і *донні*, розміщені, відповідно, на схилах і по дну балок. Виділяють також яри *первинні*, що вперше прорізують поверхню схилів, і *вторинні*, які прорізують і поглиблюють дно балок. Якщо в донний яр впадають гирла берегових, або схилових, ярів, утворюються яружні системи.

Яри можна групувати за площею водозбірного басейну, висотою верхнього перепаду, глибиною, ступенем ураження території ярами.

Ступінь ураження території ярами виражають у відсотках площі, безпосередньо зайнятої ярами: за сумарною протяжністю ярів, що вимірюється довжиною яружної мережі на 1 км²; за щільністю ярів, що вимірюється кількістю їх на 1 км²; за розчленованістю схилів ярами, яка визначається середньою відстанню між двома ярами; за об'ємом ярів, який обчислюють у метрах кубічних на 1 км² (м³/км²). Визначаючи ступінь ураження території ярами, треба враховувати тільки яри, а не яружно-балкову систему в цілому.

М.М.Заславський (1983) запропонував таку шкалу для складання картограм сумарної протяжності яружної мережі: менше 0,1 км/км²; 0,1-0,25; 0,25-0,5; 0,5-0,7; понад 0,7 км/км².

Розчленованість схилових земель за середньою відстанню між двома ярами може бути: слабкою – понад 1000 м; середньою – 500-1000; сильною – 250-500; дуже сильною – менше 250 м.

Річну інтенсивність лінійної ерозії оцінюють за такими показниками: за об'ємом ґрунту, винесеного з промоїн і ярів, тобто за річним збільшенням об'єму всіх промоїн і ярів на даній території; за приростом площі, зайнятої промоїнами і ярами; за збільшенням їх загальної протяжності.

Загальнодержавної класифікації ярів за їх розмірами (глибиною, довжиною, інтенсивністю росту) немає. У різних районах виробництва вують різні класифікації, які особливою особливістю розвитку

місцевої яружної мережі. У регіонах, де переважають неглибокі яри, ті з них, глибина яких досягає 10 м, вважаються глибокими, тоді як у районах поширення лесів, де зустрічаються яри глибиною до 100 м і більше, такі яри вважаються неглибокими.

У районах з невисокою інтенсивністю росту ярів річний приріст 2 м вважається досить інтенсивними, тоді як на зрощуваних ґрунтах, які сформувалися на лесах, де яри можуть рости зі швидкістю 200 м за рік, інтенсивність росту 2 м вважається незначною.

Види ерозії. Ерозія ґрунтів є історичним наслідком неправильного господарського використання землі без урахування природних умов та загальних закономірностей водного режиму. У природних умовах процес змивання мало помітний, оскільки існує стійка рівновага між поверхневим стоком і рельєфом місцевості, тобто змив ґрунту балансується ґрунтоутворенням (Арманд Д.А., 1966).

Нині господарська, особливо землеробська, діяльність людей повністю визначає розвиток та інтенсивність ерозійних процесів. Ерозія завжди була супутником нераціонального землеробства, а також тваринництва. Інтенсивна ерозія, яка спостерігається сьогодні, зумовлена переважно діяльністю людини, тому її називають *антропогенною*. Крім антропогенної, виділяють *геологічну ерозію*, яка відбувається на нерозораних територіях більш повільними темпами.

Антропогенна ерозія виникла з розвитком скотарства і, особливо, з початком розвитку землеробства, коли природний рослинний покрив випасався худобою або знищувався повністю, а ґрунт розорювався.

Ерозія ґрунтів, як зазначалось вище, виникає при наявності стоку, тобто для її прояву необхідними є поява на поверхні ґрунту шару води і нахил, який забезпечує її стік. Залежно від специфіки появи стоку на поверхні ґрунту, розрізняють три види ерозії: від талих вод, зливову та іригаційну. Кожен із цих видів ерозії може спричинювати як площинну, так і струменеву та яружну ерозію.

Ерозія від талих вод – це змив ґрунту водами, які надходять під час танення снігу. Вона характеризується великою тривалістю процесу, охоплює значні території, проте, як правило, відзначається невеликою інтенсивністю, оскільки в період танення снігу ґрунт більшу частину часу перебуває в мерзломому стані і не піддається знесенню.

Незважаючи на відносно малу інтенсивність ерозії від талих вод з розрахунку на одиницю об'єму стоку, в цілому за певних природних

умов (особливо на зябу і під посівом озимих) вона може досягати значних розмірів і завдавати великих збитків виробництву.

Зливова ерозія – це змив ґрунту водами, які залишаються на поверхні після випадання дощів. Тривалість її впливу на ґрунт вимірюється годинами і хвилинами. Проте, маса змитого ґрунту при цьому, як правило, більша, ніж при таненні снігу і досягає 10-100 т/га за рік.

При зливовій ерозії ґрунти руйнуються з двох причин: унаслідок змивання і розмивання потоками стікаючих по поверхні вод, які не встигли увібратися ґрунтом і через руйнування ґрунтових агрегатів краплинами дощу. Потужність розмивного потоку поверхневих вод залежить від інтенсивності дощу та його тривалості, а також від довжини схилу й інших факторів, які розглядатимуться далі.

Руйнівна дія дощу на ґрунтові агрегати визначається кількістю крапель, яка надходить за одиницю часу, та їх розмірами. Чим крупніша крапля, тим більшу швидкість і кінетичну енергію вона має і тим більше руйнування спричинює. При ударі крапля руйнує ґрунтовий агрегат, частинки ґрунту разом з бризками потрапляють у струминки води на поверхні ґрунту і вносяться ними з поля. Ерозійна роль дощу велика, оскільки дощові краплі під час злив мають велику енергію.

Бризки від дощових крапель, які вдаряються об ґрунт, разом з мінеральними частинками піднімаються на висоту 40-60 см. Крім того, крупні краплі створюють турбулентність тимчасових потоків і збільшують їх транспортну і "риучу" здатність.

Інтенсивність злив і зливових дощів дуже мінлива в часі. Спочатку вона, як правило, порівняно невелика, тому майже вся вода витрачається на зволоження ґрунту і заповнення нерівного мікрорельєфу. Максимум дощових паводків формується, здебільшого центральною частиною зливого дощу з найбільшою інтенсивністю. Дощі характеризуються кількістю опадів (x) і тривалістю випадання (t). Відношення $\frac{x}{t}$ характеризує середню інтенсивність дощу (i). Дощі з інтен-

сивністю понад 0,3 мм/хв називають *зливими*. Коефіцієнт стоку (x) – це відношення висоти шару стікаючої води (h) до висоти води опадів (H):

$$x = \frac{h}{H}$$

Іригаційна ерозія виникає при зрошенні. Залежно від способу зрошення, її поділяють на підвиди: ерозія при поливі по борознах, смугах, чеках і дощуванням.

За різних способів поливу маса знесеного ґрунту істотно відрізняється.

Найменша ерозія спостерігається при поливі дощуванням і по чеках, а найбільша – по борознах, коли інтенсивність її може бути набагато більшою, ніж при дощовій ерозії або ерозії від танення снігу. Тому полив по борознах намагаються замінити дощуванням, яке при правильній організації дає мінімальний стік. Ерозія в сухі сезони за такого способу поливу взагалі може не виникати. Вона буває лише при неправильному поливі, коли швидкість надходження води на ґрунт перевищує швидкість її вбирання ґрунтом, яка змінюється в міру набухання ґрунтових колоїдів і руйнування агрегатів.

Динаміка швидкості вбирання води ґрунтом залежить не тільки від властивостей ґрунту, а й від якості дощувальних машин, оскільки кожна з них дає різну інтенсивність дощу і різного розміру краплі і справляє різну руйнівну дію на ґрунтові агрегати (рис. 1).

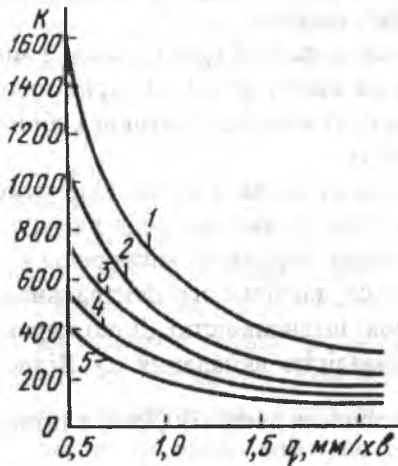


Рис. 1. Залежність коефіцієнта вбирання води (K) суглинковим ґрунтом при поливі дощуванням від діаметра крапель (d) та інтенсивності дощу (q): 1 – d=0,5 мм; 2 – d=1 мм; 3 – d=2 мм; 4 – d=2,5 мм; 5 – d=3 мм

Стік утворюється тому, що ґрунти вбирають не всю воду, яка подається при дощуванні. Запобігти значеним негативним явищам на дуже поширених слабкоструктурних ґрунтах чорноземного і каштанового типів можна тільки застосуванням ґрунтозахисної технології поливу, яка передбачає використання ерозійно допустимих поливних норм, проведення агротехнічних заходів, спрямованих на збільшення вбирної здатності ґрунтів, дотримання оптимальних строків поливу.

Щоб запобігти ерозії ґрунтів при дощуванні на зрошуваних землях, визначають параметри безнапірного вбирання води ґрунтом методом експериментального дощування в

польових умовах, і на їх основі – ерозійно допустимі поливні норми, динаміку ерозійно допустимих поливних норм протягом зрошувального періоду (вводять коефіцієнти, які враховують рослинний покрив, схил місцевості, щільність будови ґрунту та ін.).

Маючи розраховану інтегральну криву дефіциту водного балансу для конкретної культури, побудовану за загальноприйнятою методикою, і розрахунковий календарний графік зміни ерозійно гранично допустимих поливних норм, проектують *безпечний режим зрошення*.

Збільшення вбирної здатності ґрунтів (а отже, ерозійно гранично допустимих поливних норм) досягають введенням у систему основного обробітку ґрунту безполіцевого розпушування його культиватором КПГ-250, чизелями ПЧ-2,5 і ПЧ-4,5 або глибокорозпушувачем ГУН-4 на глибину 30-35 см, передполивних культивацій просапних і овочевих культур, внесенням високих (до 100-200 т/га) норм органічних добрив.

Формування дощового стоку. Не кожний дощ викликає поверхневий стік. Він утворюється лише тоді, коли інтенсивність дощу (q) перевищує інтенсивність вбирання води ґрунтом (K), яка змінюється з часом (t) у міру випадання дощу і насичення ґрунту вологою. Цю зміну описують формулою А.М. Костякова:

$$K_t = K_0 \left(\frac{t}{t_0} \right)^\alpha,$$

де K_t – інтенсивність вбирання води ґрунтом через інтервал часу t, що минув від початку дощу, мм/хв; K_0 – початкова інтенсивність вбирання, мм/хв; α – емпіричний коефіцієнт.

У природі можуть спостерігатися три варіанти дії інтенсивності дощу (q, мм/хв) на стік. *Перший варіант:* стік може утворитися на початку дощу. Це трапляється, коли інтенсивність початкового вбирання води ґрунтом менша за інтенсивність дощу ($K_0 < q$). *Другий варіант:* стік утворюється через деякий час після початку дощу. Він характерний для проміжку часу, коли швидкість вбирання знижується до інтенсивності дощу ($K_t = q$). *Третій варіант:* стік не утворюється. Таке можливе при малій інтенсивності дощу, коли швидкість вбирання не знижується до інтенсивності дощу ($K_t > q$).

Найчастіше спостерігається другий варіант, коли стік утворюється через деякий час після початку дощу, тобто після насичення ґрунту вологою і зниження його вбирної здатності.

Поглинання води ґрунтом – це складний процес, який залежить від будови ґрунту, початкової його вологості і характеру надходження води на ґрунт.

У сухому стані ґрунт пронизують тріщини, ходи черв'яків і комах. Перші порції води швидко проникають у такі пустоти, утворюючи "провальне" зволоження. Наступні порції води проникають капілярними порами і поступово надходять углиб ґрунту. Швидкість капілярного вбирання у різних ґрунтів неоднакова і значно менша, ніж швидкість провального зволоження ґрунтів.

Після заповнення великих пор і капілярів подальше надходження води у ґрунт змушує капілярну вологу рухатися. Утворюється суцільний фронтальний низхідний потік води, інтенсивність якого залежить від багатьох факторів, пов'язаних із властивостями ґрунтів та системами їх механічного обробітку. Як правило, ґрунтова товща має меншу об'ємну масу, ніж ґрунтоутворююча порода. Вона характеризується доброю водотривкою структурою, містить багато вертикальних тріщин і пор. У зв'язку з цим до повного насичення пор і пустот ґрунтової товщі вода вбирається швидко, після чого вбирання води різко знижується.

Вбирна здатність ґрунту залежить не тільки від його властивостей, а й від параметрів дощу – його інтенсивності (див. рис. 1), тривалості і розмірів крапель (табл. 1).

Таблиця 1 – Основні параметри дощу, створюваного дощувальною технікою, для суглинкових ґрунтів при швидкості вітру 3-5 м/с

Марка дощувальних машин, режим роботи	Інтенсивність дощу, мм/хв	Середній діаметр крапель, мм	Допустима норма поливу, м ³ /га
"Кубань"	1.1	1.0	390
ДДА-100МА, насадки вгору, довжина б'єфа – 400 м	1,0	1,5	300
ДДА-100МА, насадки вниз, довжина б'єфа – 400 м	1,2	2,5	150
"Фрегат" без урахування кутів	1.05	1.1	380
"Днепр" з урахуванням кутів	1,0	1,5	500
"Волжанка"	0,58	1,5	525
Шлейф Метельського – 20/600	0,55	1,65	520
КСИД-10	0,12	1,5	340
ДДН-70	1,85	2,0	120
ДДН 100	1,7	2,25	115

Очевидно, що чим інтенсивніший і триваліший дощ, тим менша вбирна здатність ґрунту. Вона знижується із збільшенням розміру крапель, що пояснюється руйнівною дією їх. Із збільшенням розмірів крапель з більшою енергією розбивають ґрунтові агрегати і тим самим сприяють більш швидкому їх руйнуванню та заповненню міжагрегатного простору верхнього шару ґрунту. Тому іригатори змушені створювати конструкції дощувальних машин, які забезпечують менший розмір крапель. Якщо перші конструкції машин створювали дощ з діаметром крапель 2-2,5 мм, то останні – 1,1 мм.

При дощуванні машиною „Фрегат“ (малі розміри крапель і низька інтенсивність дощу) швидкість вбирання води ґрунтом зростає в 2-3,5 рази, порівняно з дощувальними машинами, що дають дощ із крупнішими краплями.

Найсприятливішим для ґрунтів є дрібнодисперсне дощування, за якого інтенсивність енергії руйнування краплями ґрунту є мінімальною, а приземний шар повітря додатково зволожується.

Властивості водних потоків. Ерозію ґрунтів спричинюють потоки води, кожний з яких рухається по руслу певної форми. Різні русла можуть пропускати за одиницю часу різну кількість води, яка визначається швидкістю її руху в руслі. Остання залежить від нахилу русла, шорсткості його поверхні, форми поперечного перерізу і ступеня звивистості. Всі ці показники враховують при визначенні руслових потоків та розробці протиерозійних заходів. Розглянемо коротко кожний з даних показників.

Витрати води – це об'єм води, яка протікає через поперечний (живий) переріз потоку за одиницю часу. Між витратою води, швидкістю і живим перерізом потоку існує тісний взаємозв'язок. Через потік з поперечним перерізом у вигляді паралелограма (наприклад, потік у лотку з прямими вертикальними стінками) при постійній швидкості v за час t пройде об'єм води, який дорівнює об'єму паралелепіпеда з основою S і висотою, яка дорівнює швидкості v , помноженій на час t . Витрата води в цьому випадку становитиме:

$$Q = \frac{Svt}{t} = Sv.$$

Це рівняння справедливе для потоку, швидкість руху якого у всіх точках живого перерізу є однаковою. Середня швидкість реальних потоків у кожній точці живого перерізу змінюється залежно від від-

стані до дна потоку. Найбільша швидкість спостерігається, як правило, біля поверхні потоку, найменша – біля дна. Витрату води Q в таких потоках визначають за живим перерізом S і середньою швидкістю v , тобто: $S=Q \cdot v$.

Для характеристики поперечного перерізу руслового потоку при розрахунках використовують поняття гідравлічного радіуса (R), який визначають за співвідношенням площі живого перерізу руслового потоку до його змоченого периметра (p). Змоченим периметром називають довжину периметра потоку в площині його поперечного перерізу.

При поперечному перерізі потоку у формі прямокутника з основою b і висотою h периметр змоченості p дорівнює $b+2h$. Гідравлічний радіус широких потоків ($b \gg h$) приблизно дорівнює глибині потоку, тобто $R \approx h$.

Реальні потоки проривають русла, поперечний переріз яких рідко має прямокутну форму, але наведене співвідношення між гідравлічним радіусом і середньою глибиною потоку можна застосовувати щодо русла довільної форми, якщо ширина потоку набагато перевищує його глибину. При характеристиці руху потоку розрізняють ламінарну і турбулентну течії.

Ламінарною називають течію рідини, у якій існуюче внутрішнє тертя шарів води не спричиняє утворення вихору. У такому разі тертя шарів води зумовлене тільки взаємодією молекул води і виникає між її шарами, що рухаються з різною швидкістю. Відмінності у швидкостях руху зумовлені сповільненням руху шарів на межі з дном і стінками русла, які діють на них гальмівно. При збільшенні відстані від дна русла H на постійну величину ΔH швидкість потоку змінюється на одну й ту ж величину Δv , тобто градієнт швидкості $\frac{\Delta v}{\Delta H}$ різних

шарів потоку є величиною сталою, яка дорівнює $\frac{v}{H}$. Залежність між швидкістю потоку і відстанню від дна є прямолінійною (рис. 2).

Подолання відмінностей у швидкості шарів відбувається під впливом певної сили F . При розгляді взаємодії між шарами води у придонному шарі в горизонтальній площині A , яка розділяє два шари потоку з різними швидкостями, видно, що нижній шар, внаслідок

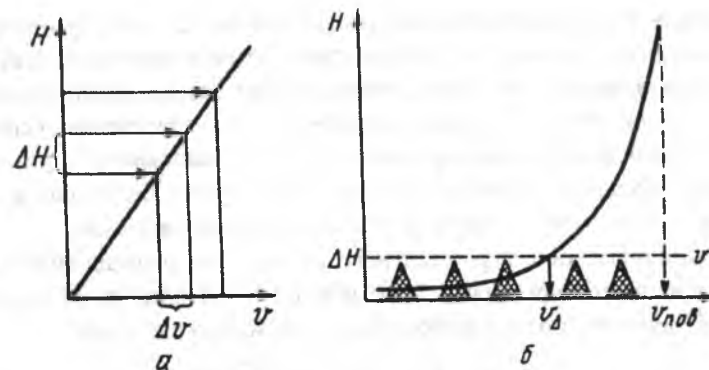


Рис. 2. Залежність швидкостей ламінарного (а) і турбулентного (б) потоків від відстані до дна русла H : ΔH – приріст відстані H ; v – швидкість потоку; Δv – приріст швидкості v ; v_{Δ} – донна швидкість; $v_{пов}$ – швидкість потоку біля поверхні

меншої швидкості через близькість до дна русла гальмує верхній шар із силою тертя F . Останню визначають за формулою:

$$F = \frac{\mu A v}{H},$$

де μ – динамічна в'язкість, величина, яка є зворотною текучості. Вона характеризує внутрішнє тертя рідини і вимірюється в паскалях за секунду ($\frac{\text{Па}}{\text{с}}$).

Вода при 20°C має динамічну в'язкість $1,00210^{-3}$ Па/с. Ця величина різко зменшується при нагріванні води.

Внутрішнє тертя рідини в ламінарному потоці може бути охарактеризоване також кінематичною в'язкістю ν , яка виражається відношенням динамічної в'язкості μ до густини рідини ρ :

$$\nu = \frac{\mu}{\rho}.$$

Турбулентна течія рідини виникає при швидкості потоку, яка перевищує певне критичне значення. У цьому разі в рідині починають утворюватися вихори, які перешкоджають течії, тобто турбулентною називається вихорова течія рідини. Внутрішнє тертя в такому потоці зумовлене взаємодією не тільки молекул, а й вихорів.

Швидкість турбулентного потоку в кожній точці безперервно змінюється в часі, тому для опису турбулентних потоків використовують поняття *пульсації швидкості*. Для її вимірювання застосовують термоанемометри. Турбулентний потік характеризують значенням середньої швидкості його за період вимірювання за даним напрямом і пульсацією швидкості. Середню швидкість потоку вираховують багаторазовим вимірюванням "*миттєвої*" швидкості в точці у трьох напрямках.

Пульсація швидкості турбулентного потоку – це різниця між "миттєвими" і середніми значеннями його швидкості. Швидкість у довільній точці турбулентного потоку можна розкласти на три складові:

$$u = \bar{u} + u'; \quad v = \bar{v} + v'; \quad \omega = \bar{\omega} + \omega';$$

де u – поздовжня складова швидкості потоку; v – горизонтальна, ω – вертикальна поперечна складова; \bar{u} , \bar{v} , $\bar{\omega}$ – середні значення швидкості; u' , v' , ω' – середні значення пульсації.

Пульсація швидкості відіграє велику роль у відриванні частинок ґрунту водними і повітряними потоками від його поверхні. Навіть при невисокій середній швидкості потоку, але великих значеннях пульсації швидкості частинки відриваються від поверхні ґрунту. Пульсація призводить до порушення міжагрегатного зчеплення і руйнування агрегатів, що знижує стійкість ґрунту проти ерозії та дефляції. Отже, *турбулентні потоки ерозійно й дефляційно є значно небезпечнішими за ламінарні*.

Турбулентний потік, як і ламінарний, має мінімальну швидкість у шарі, який безпосередньо прилягає до дна, а максимальну – у поверхневому шарі. Проте, градієнт швидкості в турбулентному потоці, на відміну від ламінарного, не є постійною величиною, а зменшується із збільшенням відстані від дна потоку. Силу тертя (F), прикладену до горизонтальної поверхні площею A в турбулентному потоці, визначають за формулою:

$$F = \rho K A \frac{\partial v}{\partial H}$$

де K – коефіцієнт турбулентності; ρ – густина рідини; ρK – турбулентна в'язкість потоку.

Оскільки градієнт швидкості в турбулентному потоці змінюється з глибиною, у формулу вводять похідну $\frac{\partial v}{\partial H}$.

У природі значно частіше трапляються турбулентні потоки, які переважно і спричинюють ерозію ґрунтів. Для кількісної характеристики різних ламінарних і турбулентних потоків використовують число Рейнольдса:

$$Re = \frac{hv}{\nu} = \frac{hvp}{\mu},$$

де h – глибина потоку.

Число Рейнольдса характеризує відносну роль сил в'язкості в потоці. Чим воно менше, тим більшу роль у русі рідини відіграє сила в'язкості. Значення числа Рейнольдса дає уявлення про характер руху рідини. Так, при $Re < 500$ русловий потік є ламінарним, а при $Re > 1000$ – турбулентним. При проміжних значеннях потік може бути турбулентним або ламінарним, залежно від інших факторів. Число Рейнольдса використовують для моделювання процесів ерозії та дефляції в лабораторних умовах. Для одержання моделі, яка адекватно відтворює властивості об'єкта, треба, щоб числа Рейнольдса для моделі й природи були однаковими. Цього досягають підбором величин ν , h і v у модельних дослідах.

Розподіл швидкості по вертикалі в турбулентному русловому потоці описують криволінійною залежністю. Як уже зазначалося, мінімальну швидкість мають придонні шари, максимальну – поверхневі.

На характер і швидкість потоку значно впливає ступінь шорсткості русла (наявність виступів). Середня швидкість потоку на відстані від дна, яка дорівнює середній висоті виступів (Δ), що створюють шорсткість, називається *донною швидкістю* (v_Δ).

Швидкість потоку в будь-якій точці, залежно від її відстані до дна русла, описують формулою:

$$V_h = V \left(\frac{h}{H} \right)^{1/6},$$

де V_h – швидкість потоку на відстані h від дна; V – середня швидкість потоку; H – глибина потоку. Якщо $h = \Delta$, то $V_\Delta = V \left(\frac{\Delta}{H} \right)^{1/6}$.

Чим менша глибина потоку і більший розмір виступів, тим більше середня швидкість потоку наближається до донної.

Вода в руслі рухається під дією сили гравітації. Як уже зазначалося, швидкість руху води зростає зі збільшенням її витрат та

схилу русла, а зменшується під впливом сили тертя, значення якої визначається шорсткістю русла та фізичними властивостями рідини.

Для розрахунку швидкості турбулентних потоків використовують формулу Шезі, яка враховує всі перелічені умови, що впливають на швидкість потоку, і має вигляд:

$$v=C\sqrt{HI},$$

де v – швидкість турбулентного потоку; C – коефіцієнт Шезі (швидкісний множник); $I=\text{tg}\alpha$, де α – кут нахилу поверхні води. Коли встановиться рівномірний рух води, кути нахилу її поверхні і дна русла збігаються.

Коефіцієнт Шезі показує, наскільки швидко змінюється швидкість турбулентного потоку при зміні нахилу і глибини. Для великих річок він дорівнює 50, для малих потоків – 10-20. Точне значення коефіцієнта Шезі треба знати при розробці протиерозійних заходів і пов'язаних з цим розрахунків. Його визначають розрахунковим методом за допомогою рівнянь, з яких найчастіше використовують рівняння Маннінга:

$$C=\frac{R^{\frac{1}{6}}}{n},$$

де R – гідравлічний радіус; n – коефіцієнт шорсткості.

Коефіцієнт шорсткості враховує не тільки шорсткість дна і стінок русла, а й ступінь його звивистості, гідродинамічні особливості рослин у руслі, тобто всі основні фактори гальмування руху водного потоку. Коефіцієнт шорсткості, як правило, визначають дослідним шляхом. Для найтипівіших русел він має такі значення: бетонний канал – 0,012-0,017; збірні залізобетонні лотоки – 0,012-0,015; поливна борозна – 0,01-0,02; тимчасовий водотік у яру – 0,04-0,05; задерноване русло каналу – 0,03-0,035.

1. 2. 2. Фактори ерозії ґрунтів

Ступінь розвитку водної ерозії на тій чи іншій території залежить від природних і антропогенних факторів, до яких належать клімат, рельєф, рослинний покрив, тваринний світ, властивості ґрунтів і ґрунтоутворних порід, господарська діяльність людини, соціально-економічні умови. Розглянемо кожний з них.

Клімат

Небезпека прояву ерозійних процесів зумовлюється насамперед інтенсивністю дощових опадів. Дощі у вигляді мряки навіть шаром понад 50 мм можуть не утворювати стоку, тоді як зливи шаром 10 – 12 мм й інтенсивністю 5–7 мм/хв можуть сприяти інтенсивному стоку, змиванню та розмиванню ґрунту. При цьому загальна маса ґрунтових частинок, відокремлених дощовими краплями і піднятих у повітря, може сягати від 10 до 100 т/га. Краплі дощу ущільнюють поверхню ґрунту, чим різко знижують його інфільтрацію. Сукупний вплив дощових крапель на відрив частинок ґрунту, транспортну здатність струмків та інфільтрацію ґрунтів зумовлює високу еродуючу дію води, яка стікає зі схилів. Якщо не враховувати енергію дощових крапель, змивання ґрунту при добрій його водопроникності може бути зменшене у 100 і більше разів (Заславський М.Н., 1984). Зливи завдають великої шкоди ґрунту і тоді, коли викликають невеликий змив, особливо на полях під чорним паром. Діючи силою удару крапель на всю поверхню ґрунту, вони зумовлюють вимивання насамперед дрібного пилу (частинок з діаметром 0,005-0,001 мм) і мулу (частинок розміром менше 0,001 мм), у яких зосереджена найцінніша частина ґрунту – оксиди заліза, алюмінію, марганцю, каолін, гумусові речовини, фосфати тощо. Дрібному пилу, і особливо мулу, властиві пластичність, липкість і здатність набрякати, а мулу і незначною мірою пилу – згортатися в пластівці, що дуже важливо при оцінці структуротворної ролі зазначених факторів. Прямо впливають на зменшення зливого стоку ступінь щільності поверхневого шару ґрунту, особливо з водотривкою структурою, і вираженість нано- та мікрорельєфу; густина рослинного покриву і наявність мульчі, а опосередковано – нахил поверхні, розмір і енергія краплин, що падають. На ґрунтах з водотривкою структурою наявність пухкого шару товщиною 6-8 см забезпечує повніше вбирання опадів, а на ґрунтах, схильних до запливання, пухкий шар функціонує недовго, тому його вбирна здатність знижується, що призводить до швидкого формування стоку і посилення змиву.

Прояву водної ерозії сприяють великі розміри полів, введення чистих парів, використання важкої сільськогосподарської техніки, велике насичення сівозмін просапними культурами, перевага в системі обробітку ґрунту оранки, за якої рослинні рештки загор-

таються в ґрунт і його поверхня залишається тривалий час незахищеною.

Головними природними факторами, що зумовлюють розмір стоку талих вод, є зволоження ґрунту, запаси снігу перед його таненням і глибина промерзання ґрунту. Стік формується при обов'язковому поєднанні цих факторів.

Не вбирає воду мерзлий ґрунт, вологість якого вища НВ, коли його поверхня вирівняна і має дрібногрудочкувату структуру. Основною перешкодою при цьому є найбільш зволожений і ущільнений верхній шар ґрунту товщиною 5-7 см. Він насичується водою за рахунок як капілярного руху її з нижніх шарів до поверхні замерзання, так і дощів, які часто випадають у Степу на мерзлий ґрунт, або танення снігу при відлигах. Внаслідок різкого коливання температур удень і вночі навесні вологість замерзаючого шару ґрунту може підвищитись за одну ніч на 15-20 %. Причому, більш інтенсивно, нерідко з утворенням льодяної кірки на ущільненій ріллі і менш інтенсивно на розпушеному ґрунті, який навіть при сильному насиченні кригою може зберігати досить високу водопроникність. Керувати цим процесом найбільш доцільно, створивши ще восени орний шар крупнопористої будови, у якому вона більше нагромаджується в підорно-му шарі і менше – у верхньому.

На ґрунт і стік талих вод помітно впливає сніговий покрив. При швидкому нагромадженні його з початку зими, помірному і слабкому зволоженні ґрунту з осені останній менше промерзає і краще вбирає воду. В нестійкі зими, коли сніг часто тоне, а відлиги нерідко чергуються з дощами, можливості ґрунту і проведення агротехнічних заходів щодо затримання вологи переважно вичерпуються ще взимку. Навесні більшість снігових вод у таких випадках стікає по схилу, спричинюючи посилений змив. Тому для запобігання йому слід не тільки створювати сприятливі умови для більшого вбирання води ґрунтом, а й застосовувати таку систему вирощування культур, яка формувала б поверхню ґрунту, стійку проти розмиву водою. У системі зябу це краще вирішується при обробітку з мульчуванням, який при глибокому розпушуванні одночасно забезпечує максимальне вбирання води ґрунтом і стікання її лишків по стійкій поверхні. Такий обробіток є найдоцільнішим засобом затримування снігу. Для цього важливо зберегти стерню у стоячому положенні. Цей захід осо-

бливо ефективний у Степу, де сніговий покрив є неглибоким, а випадання снігу чергується з повним його таненням.

На схилах часто основною причиною сильного змиву ґрунту є нерівномірне залягання снігу. Він здувається більше, а часто повністю з нижньої частини східних, південно-східних та південних схилів. У такому разі при таненні снігу вода, що надходить зверху на оголений ґрунт, внизу інтенсивно розмиває його, що є особливо небезпечним при розміщенні озимих та багаторічних трав зверху схилу, а зябу – внизу. Сніг на полях протягом зими майже ніколи не лежить рівним шаром, оскільки під впливом вітру він переміщується і нагромаджується у вигляді заметів.

Товщина снігового покриву на схилах за інших однакових умов більше залежить від їх форми та експозиції. На увігнутому схилі вона біля підніжжя, у долині, часто в кілька разів більша, ніж на схилі або його вододілі.

На випуклих, особливо вітроударних, схилах снігу менше внизу і більше вгорі. Найменш стійким сніговий покрив є на південних і східних схилах. Навесні сніг на них сходить рано, тому мікроклімат більш континентальний і ґрунт сильніше зазнає дії водної та вітрової ерозії.

Нерівномірне, як і прискорене, танення снігу дренує сніговий покрив, знижує стовп води в ньому, концентрує її у місцях вимоїн, де вода нагрівається, прориває перемички снігу і концентрованим струменем стікає із схилів. При нерівномірному сніговому покриві сніг тоне швидше, що є дуже небажаним не тільки з огляду на можливість розвитку ерозійних процесів, а й для нагромадження вологи. Мерзлий ґрунт має низьку водопроникність, і при швидкому таненні снігу більшість води витрачається на стік, прискорюючи змивання ґрунту.

Ф.Т. Моргун, М.К. Шижукла, О.Г. Тарарико (1988) довели, що в Лісостепу ерозійно небезпечні опади з добовою сумою понад 10 мм випадають порівняно часто. Найбільше їх випадає на заході зони, найменше – на сході. Аналіз кількості днів з ерозійно загрозливими опадами по сезонах показав, що найбільше дощів випадає влітку (58 % – більше 10 мм, 66 % – понад 20 мм), значно менше навесні і восени (відповідно 23 і 19 % – понад 10 мм і 16 та 18 % – понад 20 мм).

Стік талих і зливових вод є тією енергетичною силою, яка руйнує ґрунт і транспортує змулений у воді дрібнозем. Величина середньоріч-

ного поверхневого стоку залежить від зони і становить: у Лісостепу – 50-70 мм і більше; в північному та центральному Степу – 30-50; південному – 10-30 мм.

Ерозійна небезпека від опадів є неоднаковою на території Лісостепу. У правобережній частині зони вона вища, ніж у лівобережній. Особливо висока вона в регіоні, що охоплює центральну частину правобережного Лісостепу. Західна низовинна частина лівобережного Лісостепу (старовинні тераси Дніпра) характеризується найменшою ерозійною небезпекою дощових опадів, а далі на схід, у районі відрогів Середньоруської височини, вона зростає.

Ерозійна сила зливових опадів, що визначається їх енергетичною характеристикою, на території країни має певні особливості. Збільшення чи зменшення енергії опадів в окремих районах пов'язане переважно із впливом рельєфу. Так, райони Прикарпаття, де енергетичні характеристики опадів підвищені, перебувають під впливом місцевого циклогенезу, зумовленого орографічними та особливими термічними умовами.

У рівнинній частині Лісостепу й Степу ерозійна дія опадів пов'язана переважно з холодними фронтами, які відзначаються високою активністю. На Лівобережжі України загострення холодних фронтів відбувається під впливом Донецького кряжа, Приазовської та відрогів Середньоруської височин. Тому на фоні зменшення сумарної кінетичної енергії опадів за теплий період із заходу до південного сходу й півдня енергія зливових опадів за добу в Степу, наприклад, з вірогідністю повторення раз на 10 років (10 %-на забезпеченість) є не нижчою, ніж у Лісостепу і на Поліссі.

Запаси води в сніговому покриві на початку весняного танення снігу, які значною мірою визначають величину стоку талих вод і вологозабезпеченість ґрунту у весняний період, становлять у середньому 20-40 мм з відхиленнями від 10 мм у південному Степу до 70 мм і більше – на Поліссі. Висота снігового покриву і запаси води в ньому зменшуються з північного заходу на південний схід.

Велику роль у розвитку ерозії ґрунтів у Лісостепу та північному Степу відіграє та обставина, що значна кількість рідких опадів тут на ґрунт надходить навесні та рано влітку при відсутності розвиненого рослинного покриву. Оголений ґрунт швидко руйнується дощем передусім тому, що зазнає дії дощових крапель, які розбивають ґрунто-

ві агрегати і призводять до значного погіршення структурного стану ґрунту. На ділянках із рослинністю удари дощових крапель пом'якшуються рослинним покривом. Крім того, інтенсивність ерозії в цей час велика ще й тому, що агрегати ґрунту під слабкорозвиненими рослинами недостатньо скріплені їх кореневою системою.

У Степу дощі часто випадають у вигляді злив. За один-два дні тут може випасти середньомісячна норма опадів, яка становить 40-50 мм. Ґрунт, звичайно, не встигає увібрати таку велику кількість води, і надлишок її починає стікати по схилах. Так, при інтенсивності дощу 0,25; 0,5; 1,0; і 2 мм/хв стік води на сірому лісовому ґрунті становив відповідно 5, 19, 56 і 61 % від кількості опадів, а змив ґрунту – 0,22; 0,75; 6,6 і 35 т/га (Толчельников Ю.С., 1990).

На інтенсивність ерозії сильно впливає розмір дощових крапель, який залежить від інтенсивності дощу (рис. 3).

Діаметр крапель зтяжних опадів становить 1-1,5, а зливових – 3-5 мм. Маса останніх у 5-15 разів, а швидкість у приземному шарі повітря є удвічі більшими. Отже, сила удару крапель при зливових опадах у 10-30 разів більша, ніж при зтяжних. Крім того, швидкість падіння крапель, а отже, їх руйнівна сила

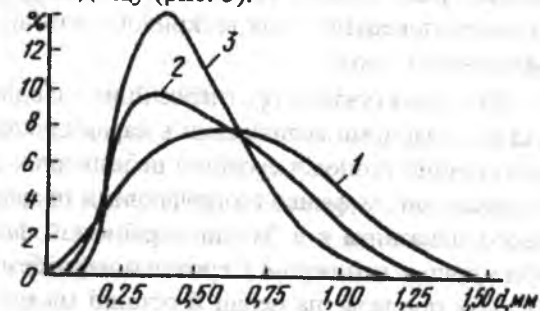


Рис. 3. Розподіл крапель (в %) за діаметром при випаданні дощів різної інтенсивності: 1 – 65-115 мм/год; 2 – 115-165 мм/год; 3 – понад 165 мм/год

зростає до певних меж зі збільшенням діаметра крапель (рис. 4).

Таким чином, водна ерозія ґрунтів зумовлюється руйнівною енергією опадів, їх стоком, а також станом поверхні ґрунту. Характеристика зливових опадів на території України ($160-2500 \text{ дж/м}^2$) така, що навіть цілинні ґрунти, якщо вони позбавлені рослинності, не здатні протистояти такій енергії руйнування. Краплі зливових опадів вибивають ґрунтові частинки й агрегати на висоту до 1 м і на відстань 1-4 м. Енергія крапельного руйнування значно вища за енергію відриву і перенесення ґрунтового матеріалу стоком. Маса винесеного ґрунтового матеріалу може досягати 25-130 т/га і більше.

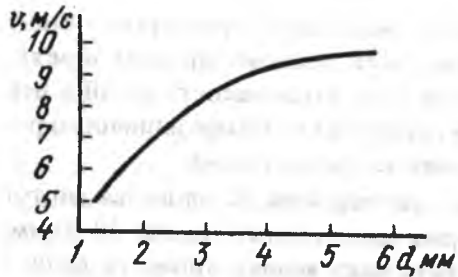


Рис. 4. Залежність кінцевої (приземної) швидкості дощу від діаметра крапель

у зв'язку з наростанням потужної листкової поверхні підвищується на тривалий період (до жовтня). Горох, маючи максимальне значення проективного покриття, порівняно з такою культурою, як ячмінь (червень), уже в липні, тобто в найбільш ерозійно загрозливий період, залишає поверхню поля відкритою, внаслідок чого зростає небезпека виникнення ерозії.

Для проектування протиерозійних заходів важливим показником поряд із сумарними величинами є характеристики окремих дощів. Внутрішньорічний розподіл ерозійно небезпечних дощів (шаром понад 10 мм) неоднаковий за фізико-географічними провінціями. Найвищим значення цього показника є в Західноукраїнській фізико-географічній провінції, коли дощі в цей період є ерозійно найнебезпечнішими. Найбільша кількість їх припадає на перші й останні місяці теплого періоду року, коли захищеність ґрунтів сільськогосподарськими культурами є низькою. Значно менше ерозійно небезпечних дощів випадає в Середньоруській фізико-географічній провінції – від 0,1 в перші і останні місяці теплого періоду року до 1,5 у червні-липні; найбільше у Західноукраїнській провінції – 9 (за квітень-жовтень). Проміжне місце за цим показником займають Дністровсько-Дніпровська та Лівобережно-Дніпровська провінції, де за квітень-жовтень випадає в середньому відповідно 7,5 і 6,3 ерозійно небезпечних дощів. Ерозійно найнебезпечніші поодинокі зливи спостерігаються в Полтавській області і в підвищеній частині правобережного Лісостепу (Моргун Ф.Т., Шикун Н.К., Тарарико А.Г., 1988).

Рельєф

Від особливостей рельєфу значною мірою залежать розмір і швидкість поверхневого стоку, а отже – швидкість руйнування і знесення

ґрунту. Слід зазначити, що добре протиерозійне покриття ґрунту створюють зернові культури – озима пшениця, ячмінь. Найбільш ерозійно небезпечними культурами є просапні – картопля й кукурудза на зерно. Ерозійна небезпечність цукрових буряків із квітня по червень низька, а в наступні місяці

ґрунту. Перш ніж розглядати вплив рельєфу на ерозію ґрунтів, зазначимо, що інтенсивність її, під якою розуміють кількість ґрунтового матеріалу, який змивається за одиницю часу (t), зростає із збільшенням швидкості потоку (v). При малій швидкості потік не виявляє відчутної руйнівної дії на ґрунт (рис. 5). Ерозія в цьому випадку є незначною і дорівнює допустимій або нормальній.

Швидкість течії води, за якої починається її руйнівна дія на ґрунт, називається *критичною швидкістю* ($v_{кр}$). Для змиву частинок різного розміру існує своя критична швидкість.

Критична швидкість потоку води або вітру для частинок діаметром d виражається рівнянням:

$$v_{кр} = \frac{1}{k} \sqrt{\frac{d(j-j_0)}{j_0}} q,$$

де k – емпіричний коефіцієнт; d – діаметр частинок; j – щільність частинок; j_0 – щільність середовища, що рухається; q – сила гравітації.

Особливості рельєфу по-різному впливають на швидкість потоку та інтенсивність ерозії. Найбільше швидкість потоку залежить від крутизни схилу α , із збільшенням якої швидкість потоку різко зростає (рис. 6).

Крутизну схилу виражають відношенням різниці висоти двох точок A і B схилу Δh до горизонтальної проекції AC відстані між цими точками (l).

У камеральних умовах кути нахилу схилів α визначають за топографічними картами, використовуючи формулу:

$$J = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\Delta h}{l},$$

де Δh – різниця висот двох точок місцевості; l – відстань на карті між цими точками (довжина проекції схилу).

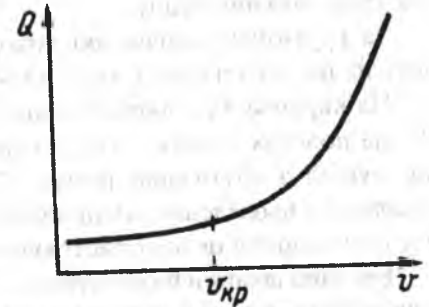


Рис. 5. Залежність інтенсивності змиву ґрунту Q від швидкості потоку V

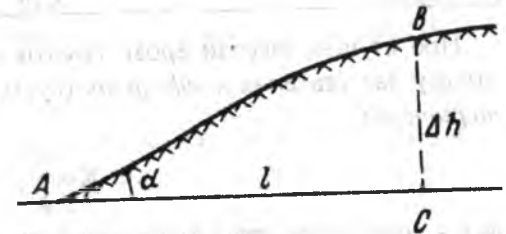


Рис. 6. Залежність крутизни схилу α від перевищення місцевості h на одиницю довжини l

Крутизну середніх і крутих схилів звичайно виражають у градусах. На місцевості крутизну схилів визначають за допомогою екліметрів, а в камеральних умовах – за висотою перерізу горизонталей і відстанню між ними.

Малі кути схилу характеризуються також відношенням перевищення (у метрах) на кілометр відстані h , тобто виражають у тисячних частках довжини схилу.

За крутизною схили, які використовуються в рільництві, поділяють на пологі, спадисті, круті та обривисті.

На вирівняних ділянках земної поверхні кути схилу малі – менше 1° , на пологих схилах – $1-2^\circ$, спадистих – $2-5^\circ$, крутих – $5-10^\circ$. Ділянки схилів з крутизною понад 10° вважаються дуже крутими. Такі схили без проведення спеціальних меліоративних заходів у сільському господарстві не використовують.

Ерозійні процеси безпосередньо залежать від крутизни схилів. Крутизна схилів передусім визначає ступінь змитості ґрунтів (табл. 2).

Таблиця 2 – Ступінь змитості ґрунтів залежно від крутизни схилу

Характеристика схилів	Крутизна, градус	Можливий ступінь змитості
Рівні ділянки	До 1	—
Пологі схили	1-2	Слабкий
Спадисті	2-5	Середній
Круті	5-10	Сильний

Про ступінь загрози ерозії ґрунтів певного природного масиву в цілому дає уявлення коефіцієнт (густота) ерозійної розчленованості території:

$$K = \frac{\alpha}{S},$$

де α – довжина всіх ярів і балок певної території, м; S – площа масиву, m^2 .

За коефіцієнтом ерозійної розчленованості можна визначити характер рельєфу місцевості, найдоцільніше її використання та необхідні протиерозійні заходи. За густотою розчленування територію поділяють на райони: розчленовані слабо ($K < 0,5$), середньо ($K = 0,5-1$) і сильно ($K > 1$).

Математично виразити залежність інтенсивності ерозії від нахилу можна формулою:

$$Q = KI^p,$$

де Q – інтенсивність ерозії, т/га за рік; K – коефіцієнт пропорційності; I – нахил, тg α ; p – емпіричний показник.

За крутизною схилів визначають систему протиерозійних заходів і спосіб використання території. Орієнтовно залежність ступеня прояву ерозії і способу використання території від крутизни схилів можна охарактеризувати так:

а) до 1° – ґрунт не зазнає змиву, ділянки його не потребують ніяких протиерозійних заходів; можна використовувати їх під будь-які культури;

б) $1-3^\circ$ – можливий слабкий змив ґрунтів, для їх захисту від ерозії оранку слід проводити упоперек схилів, а під пар і зяб – безпліщевий обробіток;

в) $3-5^\circ$ – спостерігається середній змив ґрунтів; доцільно впроваджувати ґрунтозахисні сівозміни кормового напрямку з великим насиченням багаторічними травами;

г) від 5 до 8° – можливий сильний змив ґрунтів; такі ділянки обмежено використовують у сільському господарстві, необхідним є залуження на бровках балок і ярів;

д) понад 8° – ґрунти сильно змиваються. Ці землі вважають неорнопридатними і підлягають залуженню та закріпленню в окремих місцях штучними спорудами.

е) понад 15° – не використовують у сільському господарстві без проведення спеціальних заходів.

На ерозію ґрунтів впливає не тільки крутизна схилу, а і його довжина (рис. 7). За великої довжини схилу на його нижню частину припадає більше поверхневих вод, ніж на верхню і середню частину, і ґрунти довгих схилів еродуються значно сильніше, ніж ґрунти коротких схилів при тій же крутизні. Саме з цієї причини виникають яружна ерозія, зсуви та обвали в нижній частині схилів пагорбкуватих територій та міжгірських понижень. Залежність інтенсивності ерозії Q від довжини схилів виражається рівнянням:

$$Q = K(l)^m,$$

де K – коефіцієнт пропорційності; l – довжина схилу; m – емпіричний коефіцієнт, який дорівнює $1-2,5$.

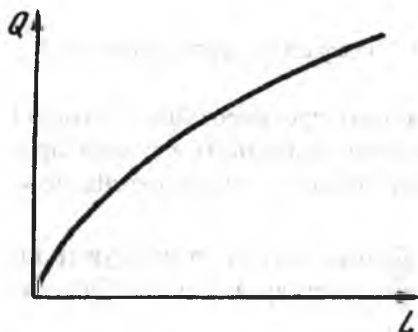


Рис. 7. Залежність інтенсивності ерозії Q від довжини схилу L

Залежність інтенсивності ерозії від довжини схилу особливо відчутно спостерігається в гірських районах, де долини мають довгі схили. Навіть при середній інтенсивності дощу (за добу випадає 20-30 мм) внаслідок стоку з довгого схилу на його нижню частину надходить велика кількість води, яка може призвести до катастрофічних наслідків. У гірських районах невеликі річки після дощу середньої інтенсивності тривалістю понад добу перетворюються на вируючі каламутні потоки, які несуть змитий із схилів ґрунт, викорчувані з корінням чагарники й дерева і розливаються по вулицях селищ та міст. Такі явища в гірських районах виникають тому, що на довгих схилах утворюються великі водозбірні площі, з яких у долини надходять величезні маси води. За рівнинних умов на коротких схилах такі великі водозбори не утворюються, тому біля підношів схилів нагромаджується значно менше води.

Довжина схилів визначає розмір водозбірної площі, а отже – площі, з якої зноситься дрібнозем, та кількість осадового матеріалу, який надходить на заплаву. За однакової крутизни схилів із збільшенням площі водозбору кількість матеріалу, що надходить з нього, різко зростає.

Слід зазначити, що збільшення довжини схилу, коли ґрунт не мерзлий, сприяє зростанню його реальної водопроникності та поглинання води в цілому. З просуванням вниз по схилу товщина шару води, яка стікає, і площа затоплення поступово збільшуються, внаслідок чого зростає інтенсивність вбирання води, зменшується об'єм стоку. Ця закономірність чітко виявляється на добре водопроникному ґрунті. На ущільненому (багаторічні трави й озимі) та вирівняному (паровий і напівпаровий обробіток) ґрунті вплив довжини схилу на вбирання води незначний або його зовсім немає. Таке ж значення має і крутизна схилу. З'ясування цієї закономірності має важливе практичне значення, оскільки вона показує, що на ущільнених фонах небезпека ерозії на довгих схилах є більшою і меншою – на коротких. На рівнині її, звичайно, не враховують і застосовують агротехніку, яка

поширює втрати снігових вод із поверхневим стоком. При напівпаровому обробітку зябу (оранка чи безпліщевий обробіток з наступними боронуванням і культиваціями) втрати води на стік на будь-якому схилі досягають 70-90 %. На полях із схилами крутизною до 1° (відносно рівних) поверхневий стік талих вод має меншу швидкість, але розширюється і захоплює більшу поверхню ґрунту.

За певних умов змив може бути значно більшим, ніж на схилі або елементі його крутизною $5-7^\circ$, що і підтверджується дослідженнями.

Слід зазначити, що поширення еродованих ґрунтів тісно пов'язане із крутизною, довжиною та експозицією схилів. Так, всебічний аналіз ґрунтових карт, складений філіалами Інституту "Укрземпроект", показав, що із збільшенням крутизни схилів ступінь еродованості ґрунтів зростає, а відносний відсоток слабкоеродованих ґрунтів найбільший на схилах крутизною $1-3$ і $3-5^\circ$ (табл. 3).

Таблиця 3 – Поширення еродованих ґрунтів на схилах різної крутизни, % загальної площі схилів даної крутизни

Крутизна, градуси	Нееродовані	Еродовані			Всього еродованих ґрунтів	Коефіцієнт еродованості ґрунтового покриття
		слабо	середньо	сильно		
0-1	83,75	15,16	1,02	0,07	16,25	1,04
1-3	35,95	52,62	10,86	0,57	64,05	1,18
3-5	16,29	59,92	20,71	3,05	83,68	1,29
5-7	3,91	32,60	57,79	5,7	96,09	1,48
7-10	-	14,94	63,83	21,23	100,0	1,73
10-12	-	4,56	51,92	43,52	100,0	1,99
Понад 12	-	-	58,45	41,55	100,0	1,99

На схилах крутизною понад 5° нееродованих ґрунтів практично немає, а кількість середньо- та сильноеродованих різко зростає. Отже, і коефіцієнт еродованості ґрунтового покриття із збільшенням крутизни схилів підвищується. Однак, довжина і крутизна схилів перебувають в оберненій залежності. Якщо, наприклад, схили крутизною до 1° мають середню довжину близько 628 м, то схили крутизною понад 12° – 123 м, тобто коротші у 5 разів.

Є достатньо наукової літератури, у якій розглядається якісна сторона питання про вплив довжини схилу на ерозійні процеси. Суть

цього впливу полягає в тому, що із збільшенням довжини схилу шар води, що утворюється внаслідок випадання інтенсивних дощів або танення снігу, стає з нагромадженням води потужнішим і набуває великої швидкості при стіканні, через що відбувається інтенсивне змивання та розмивання ґрунту.

За спостереженнями С.С.Соболева (1948) та М.М.Заславського (1961, 1966), із збільшенням довжини схилу змив збільшується прямо пропорційно його довжині. До таких же висновків дійшли І.О. Кузник (1982), В.С.Федотов, Д.Д.Германюк (1971) та ін. Х.Х.Беннет (1958) зазначає, що середня швидкість водного потоку зменшується із збільшенням довжини схилу, особливо на тих ґрунтах, які в сухому стані мають високу водопроникність. Цей висновок суперечить твердженням названих вище авторів. Дані, отримані Інститутом охорони ґрунтів УААН в умовах Степу і Лісостепу, свідчать, що між довжиною схилів та кількістю еродованих ґрунтів існує чіткий обернений зв'язок (табл. 4).

Таблиця 4 – Поширення еродованих ґрунтів на схилах різної довжини, % загальної площі схилів даної довжини (Шелякін М.М., Джамаль В.А., 1986)

Довжина схилів, м	Всього еродовано ґрунтів	Еродовані			Нееродовані	Середня крутизна схилів, град.	Коефіцієнт еродованості
		слабо	середньо	сильно			
До 100	73,59	43,48	22,13	7,97	26,41	3,11	1,34
101-200	74,64	40,62	30,45	3,56	25,36	3,67	1,31
201-300	62,59	41,14	19,14	2,30	37,41	2,96	1,23
301-400	58,76	44,49	12,61	1,65	41,24	2,49	1,19
401-500	53,48	43,12	8,95	1,41	46,52	2,36	1,16
501-600	54,04	40,97	12,22	0,85	45,96	2,28	1,17
601-700	54,71	43,20	9,87	1,63	45,29	2,33	1,17
701-800	53,01	40,56	9,65	2,80	46,99	2,39	1,18
801-900	56,46	41,16	15,12	0,18	43,54	2,18	1,17
901-1000	54,49	39,90	14,13	0,46	45,51	2,16	1,17

Найбільш еродованими за кількістю і за ступенем еродованості є короткі схили (до 200 м). Із збільшенням довжини схилів до 400 м кількість еродованих ґрунтів і коефіцієнт еродованості зменшуються і надалі практично не змінюються. Отже, із збільшенням довжини схилів зменшується крутизна їх, тому М.М.Шелякін, В.А.Джамаль (1986)

роблять висновок про те, що на інтенсивність ерозійних процесів впливає насамперед крутизна схилів. Аналогічні дані одержані і щодо умов Центральнорозомної зони Росії (Рожков О.Г., Шелякін М.М., Нестеренко О.П., 1980).

Як у вітчизняній, так і в зарубіжній науковій літературі зазначається, що схили південної експозиції більш схильні до ерозії, ніж північної (Конке Г., Бертран А., 1965; Соболев С.С., 1954; Сурмач Г.П., 1956). Поряд з цим, хоч і значно рідше, зустрічаються матеріали з протилежними твердженнями (Константинов І.С., 1959; Волощук М.Д., Рожков О.Г., 1971), що свідчить про відсутність єдиної думки щодо цих питань і недостатній обсяг досліджень по різних ґрунтово-кліматичних зонах. Г. Конке та А. Бертран (1985) вказують на велику еродованість схилів південної та західної експозицій, порівняно із схилами протилежних експозицій для всієї Північної півкулі. Дані Інституту охорони ґрунтів УААН свідчать, що в умовах Степу й Лісостепу найбільше зазнають ерозії схили північної, найменше – західної експозицій. Схили південної та східної експозицій еродуються однаково (табл. 5).

Таблиця 5 – Розподіл еродованих ґрунтів за експозиціями схилів, % загальної площі схилів даної експозиції

Експозиція схилу	Нееродовані	Слабкоеродовані	Середньоеродовані	Сильноеродовані	Всього еродованих	Середньозважені		Коефіцієнт еродованості
						крутизна, градуси	довжина, м	
Північна	32,9	50,0	14,4	1,7	66,1	2,56	885,9	1,25
Східна	40,7	44,3	11,7	3,2	59,2	2,14	580,4	1,20
Південна	39,5	41,6	16,2	1,4	59,2	2,01	551,5	1,18
Західна	55,1	27,1	16,2	1,6	44,9	2,01	505,2	1,12

Як видно з таблиці 5, відсоток слабкоеродованих ґрунтів на схилах північної експозиції (50), кількість середньо- та сильноеродованих ґрунтів на схилах усіх експозицій приблизно однакова (14,9-17,8 %). Однак, північні схили мають найбільшу середньозважену крутизну (2,56°) й довжину (885,9 м), з чого можна зробити висновок, що на еродованість експозиція схилу впливає менше, ніж крутизна та довжина. Тому за ступенем впливу на інтенсивність ерозії геоморфологічні показники можна розмістити у такому порядку: *крутизна > довжина > експозиція*.

Учені вивели ряд рівнянь, які пов'язують інтенсивність ерозії (об'єм ґрунту, що змивається) з крутизною і довжиною схилу. Фактор крутизни схилу Q_i виражається рівнянням:

$$Q_i = \frac{0,43 \cdot 0,30I \cdot 0,043I^2}{6,613},$$

де Q_i – фактор крутизни (залежність об'єму ґрунту, що змивається, від крутизни схилу); I – крутизна схилу, %.

Фактор довжини схилу Q_e виражається рівнянням:

$$Q_e = \left(\frac{l}{22,13} \right)^m,$$

де l – довжина схилу, м; m – показник ступеня.

Показник одночасного впливу довжини і крутизни схилів на змив ґрунту (рис. 8) називається *топографічним фактором* (фактором рельєфу) Q_s , який визначають за такою формулою:

$$Q_s = \left(\frac{l}{22,1} \right)^m \cdot [n^{1+m} - (n-1)^{1+m}] \cdot \left(0,065 + 4,56 \sin I_n + \frac{65,4}{\sin^2 I_n} \right),$$

де l – довжина відрізка схилу, м; I_n – нахил конкретної ділянки схилу, %; n – номер цієї ділянки, рахуючи від вододілу; m – безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0,2; 0,3; 0,4; 0,5 при крутизні відповідно 1; 1-3; 3-5 і понад 5 %.

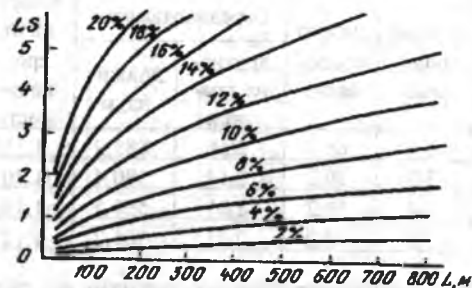


Рис. 8. Залежність комбінованого коефіцієнту ерозії LS від нахилу λ і довжини схилу L

Практично значення фактора рельєфу знаходять з відношення втрат ґрунту з одиниці площі поля довжиною l до змиву з еталонного майданчика з такою ж шириною і довжиною 22,1 м та нахилом 9°. Довжина схилу l є відстанню від місця відкладання матеріалу, що переноситься, до початку схилу.

Швидкість потоку (V) залежить не тільки від крутизни схилу, а й від інших факторів – шорсткості поверхні, товщини шару стікаючої води та ін. Приблизну залежність швидкості потоку від кута нахилу в сукупності з іншими факторами визначають за формулою:

$$V = \frac{H^{0,67} I^{0,5}}{n},$$

де V – швидкість потоку, м/с; H – товщина шару потоку, см; I – нахил поверхні, %; n – коефіцієнт шорсткості.

Коефіцієнт шорсткості є величиною, яка важко піддається вимірюванню, тому його наближені значення відомі для невеликої кількості об'єктів. Так, для поверхні пустелі, снігу, незасіяної ріллі та поля пшениці в період колосіння він становить відповідно 0,03; 0,05-0,1; 1 і 5.

На інтенсивність ерозії впливає також форма схилів, яка буває прямою, випуклою та увігнутою (рис. 9). Це пов'язано з утворенням

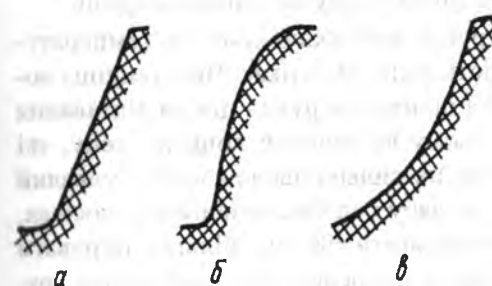


Рис. 9. Форма схилів: а – пряма; б – випукла; в – увігнута

внаслідок ерозійних процесів форм із стійким ерозійним профілем. Останній у розрізі має увігнуту форму, а його основа знаходиться на площині базису ерозії. Оскільки профіль випуклих схилів більш віддалений від стійкого ерозійного профілю, такі схили зазнають більш сильного ерозійного впливу.

Знесення ґрунтів і гірських порід триває не безмежно. Максимальна глибина ерозійних урізів не може бути нижчою за певний рівень – базис ерозії.

Базисом ерозії називається горизонтальна поверхня, на рівні якої починається ерозія, тобто нижче якої води поверхневого стоку не опускаються. Базис ерозії збігається з рівнем водної поверхні водоприймача, розміщеного в нижній частині схилу або якої-небудь западини, не заповненої водою. Такі западини часто трапляються в сухих районах.

Розрізняють місцевий і загальний базиси ерозії. *Місцевим базисом* є найбільш понижені елементи місцевості, наприклад, для яру, що відкривається в долину річки, базисом ерозії є рівень річки в межень. Загальним базисом ерозії є рівень Світового океану.

Перевищення вододільного простору над рівнем базису ерозії називається *глибиною базису ерозії*. Чим глибший базис ерозії, тим більша швидкість потоку і сильніша ерозія ґрунтів.

Інтенсивність ерозії залежить також від експозиції схилу, яка впливає на швидкість ерозії ґрунтів, оскільки ґрунти схилів різної експозиції отримують різну кількість сонячної теплоти. Внаслідок цього у них неоднакові зволоження, тепловий режим, амплітуда температурних коливань, швидкість вивітрювання і склад природного рослинного покриву. Через це на схилах різної експозиції швидкість ерозії ґрунтів неоднакова, яка в Північній півкулі є більшою на схилах південної експозиції. Найбільше експозиція схилів впливає на ерозію ґрунтів навесні, коли на південних схилах сніг сходить швидше і талі води, рухаючись по оголеному талому ґрунті, спричинюють його ерозію. Ґрунти схилів північної експозиції в цей час ще перебувають у мерзлому стані, прикриті снігом, тому не зазнають ерозії.

Із факторів змиву мерзлого ґрунту найважливішими є температура, швидкість руху і турбулентність води, що стікає. Чим тепліша вода, тим менша її в'язкість, більша швидкість руху і дія на відтавання ґрунту. Особливо небезпечні в цьому відношенні дощі в Степу, які часто випадають узимку і навесні на сильно зволожений і мерзлий ґрунт. Мутність води, яка стікає по зябу і слабо розвинених посівах, при температурі дощу 8-10 °С може сягати 400 г/л і більше. Керувати цим процесом певною мірою можна, застосовуючи *мульчування ґрунту*. На ґрунті з мульчею і добре розвиненими озимими посівами потік води розпадається на малі струмки. В'язкість при доторканні її до підстилаючої поверхні, де під мульчею холодніше, підвищується, а завдяки механічному гальмуванню втрачається швидкість її руху. В результаті помітно підвищується кольматуюча дія фону, а змив ґрунту за межі поля зменшується в 5 разів і більше.

Стійкість ґрунту проти площинного змиву талими водами вища тоді, коли мульча менше змішується з ґрунтом і нею покрита більша поверхня поля. Для зменшення процесів лінійної ерозії ґрунт розпушують восени на глибину 20 см і більше. При цьому більшість води просочується у ґрунт, і енергія водяного потоку послаблюється (Ломакін М.М., 1988).

Підрахунки показують, що для змиву 1 т ґрунту по зябу потрібно в 4-7 разів менше води, ніж із посівів озимої пшениці, і більш як у 20 разів – з багаторічних трав. З 1 т незарегульованих талих вод, за даними Інсти-

туту зернового господарства УААН, змивається 129 кг ґрунту по зябу, 16-33 кг – з посівів озимих, 6 кг – з посівів багаторічних трав (табл. 6).

Таблиця 6 – Залежність зимово-весняного стоку води і змиву ґрунту від наявності і виду сільськогосподарських рослин (середнє за 4 роки, І.А. Пабат, 1992)

Агрофон	Запаси води в снігу, мм	Стік води, мм	Коефіцієнт стоку	Вбирання води ґрунтом, мм	Змив ґрунту	
					т/га	г/л
Озимі по пару	35,5	18,2	0,51	17,3	2,9	16
Озимі після кукурудзи на силос	33,5	14,0	0,42	19,2	4,6	33
Люцерна	36,0	2,2	0,34	23,8	0,7	6
Зяб	31,0	6,5	0,21	24,5	8,4	129

Рослинний покрив

Рослинний покрив відіграє дуже важливу роль у захисті ґрунтів від ерозії. Ґрунт, що заріс травою, як правило, не розмивається навіть тоді, коли утворився яр, і навіть з самого краю обриву (Костичев П.А., 1886).

Вплив рослинного покриву на швидкість ерозії багатосторонній. Коренева система рослин передусім скріплює структурні елементи ґрунту і цим перешкоджає його розмиванню і змиванню. У багатьох рослинних угруповань (степових, лучних, гірсько-лучних) коренева система розвинена значно більше, ніж надземна частина. На типових чорноземах, наприклад, зелена маса у сухому стані становить 3-4 т/га, а коренева – близько 20 т/га, тобто маса коріння перевищує масу надземної частини в 5-6 разів. У сухому степу це перевищення досягає 10-12, а на гірських луках – майже 100 разів. На гірських луках потужна коренева система рослин утворює своєрідний панцир, який запобігає розмиванню і знесенню ґрунту. Тому знищення природної рослинності в горах внаслідок випасання худоби призводить до катастрофічно швидкого руйнування і знесення ґрунту.

У сільськогосподарських культур (крім багаторічних трав) співвідношення між надземною і кореневою масами інше. У зернових при врожайності зерна 3 т/га надземна маса становить 6 т/га, а підземна – 2-3 т/га. Через це коренева система більшості зернових і зернобобових не може ефективно захищати ґрунт від ерозії. Тим більше цього не можна очікувати на ділянках, зайнятих просапними культурами, та на парових полях.

Завдяки кореневим системам рослин збільшується пористість і фільтраційна здатність ґрунтів. У ґрунтах, густо пронизаних корінням, краще вбирається волога, зменшується ерозія. За рахунок корневих систем щільність дернини в 1,2-1,7 рази менша, ніж решти гумусового горизонту.

У природних рослинних угрупованнях поверхня ґрунту покрита шаром напіврозкладеного опалого листя. Це – лісова підстилка або степова повсть. Вони мають добру водопроникність і вологоємність. Тому під пологом лісу або в цілинному степу не утворюється поверхневий стік. При розорюванні ґрунтів цей фактор зниження ерозії зникає. Опале листя і стебла рослин збільшують шорсткість поверхні ґрунтів, завдяки чому підвищується вбирна здатність їх і зменшується ерозія. Крім того, рослинність, прикриваючи поверхню ґрунту, є фізичним захистом від руйнівної дії дощових крапель.

Відомо, що знищення тропічних лісів та розорювання ґрунтів спричинюють надзвичайно швидке руйнування ґрунтового покриву тропіків внаслідок ерозії. Місцеве населення для боротьби з цим явищем здавна застосовує особливу систему вирощування польових культур, використовуючи властивість лісу захищати ґрунт. Корисні культури (наприклад, кукурудзу) вони вирощують на невеликих ділянках – між куртинами, що залишаються після вирубування лісу, або між посадженими деревними рослинами, наприклад, бананами.

Сільськогосподарські культури по-різному захищають ґрунт від зливової ерозії (табл. 7). Найменшу ґрунтозахисну дію мають просапні

Таблиця 7 – Вплив сільськогосподарських культур на стік і змивання ґрунту (вилугуваний чорнозем, схил – 5°, вологість ґрунту – 18-20 %; Толчельников Ю.С., 1990)

Показники	Пар	Кукурудза	Озима пшениця	Стерня озимої пшениці	Горox	Люцерна
Опади, мм	66,2	49,5	56,5	46,6	62,6	41,5
Інтенсивність дощу, мм/хв	1,7	1,8	2,3	2,2	2,3	1,8
Водопоглинання, мм	65,3	40,1	52,8	37,5	48,5	41,4
Інтенсивність водопоглинання, мм/хв	1,6	1,5	2,2	1,5	1,8	1,8
Стік, мм	0,7	9,5	3,7	14,2	14,2	0,1
Змив ґрунту з 1 м ² , кг	0,05	0,5	0,02	0,05	0,28	0,001
Мутність стоку, г/л	61,3	52,1	3,7	3,6	15,8	0,77
Мутність стоку від парових стокових ділянок, %	100,0	84,9	6,05	6,0	25,8	1,2
Ґрунтозахисна ефективність, %	0	15	94	94	75	99

культури, меншу – горох, ячмінь, овес. Пшениця і жито краще захищають ґрунт від ерозії, ніж ячмінь і овес. На багаторічних травосумішах ерозія така ж незначна, як і на цілинних ділянках.

Чим краще розвинена надземна маса рослин, тим вища їх ґрунтозахисна дія, оскільки густий рослинний покрив послаблює руйнівну дію крапель дощу на ґрунт. Крім того, при більшій надземній масі в одній і тій же культурі більша маса коріння, завдяки якій дрібні грудочки ґрунту набувають водотривкої структури. Таким чином, при забезпеченні земними і по можливості космічними факторами життя в оптимальній кількості культури не тільки формують високу продуктивність, а й захищають ґрунт від ерозії.

Тваринний світ

Тварини можуть істотно впливати на протиерозійну стійкість ґрунтів. В одних умовах вони посилюють ерозію, в інших – істотно зменшують її. Наприклад, у районах напівпустель і сухих степів колишнього СРСР різке збільшення стада сайгаків після введення закону про їх охорону призвело до посиленого розвитку ярів на цій території внаслідок поїдання ними природної рослинності. У багатьох районах Каракумів до таких же наслідків призводить надмірне навантаження на пасовища при збільшенні поголів'я овець. Зменшенню ерозійних процесів сприяють землерийкові – ховрахи, байбаки, які розпушують ґрунт і створюють нори та пагорбки. Дощові черв'яки також зменшують ерозію, збільшуючи фільтраційну здатність ґрунтів.

Властивості ґрунтів. Здатність ґрунтів протистояти ерозії називається *протиерозійною стійкістю* і є величиною, оберненою еродованості: чим вона вища, тим менша швидкість ерозії. На території України найбільшу протиерозійну стійкість мають чорноземи. Ця здатність ґрунтів залежить від багатьох їх властивостей і насамперед – від гранулометричного складу. Ґрунти з різним гранулометричним складом починають зазнавати розмивання при різній швидкості потоку, тобто критична швидкість потоку (мінімальна швидкість, за якої частинки починають відриватися від ґрунту) для різних ґрунтів є неоднаковою. Найменша вона у ґрунтів, багатих на пилуваті частинки розміром 0,001-0,05 мм.

Залежність протиерозійної стійкості ґрунтів від їх гранулометричного складу є складною, багатогранною і недостатньо дослідженою. Здавалося б, зі зменшенням розміру частинок ґрунту має збільшуватися

тись інтенсивність ерозії, оскільки питома поверхня частинок, що зазнає бокового натиску води, при цьому зростає. Насправді ж, як правило, спостерігається протилежне: із збільшенням розмірів частинок ґрунту його протиерозійна стійкість знижується. Пояснюється це тим, що на ерозійні процеси більшою мірою, ніж розмір частинок, впливає міцність зв'язку між частинками і фільтраційна здатність ґрунтів. Чим сильніше частинки зв'язані між собою і чим вища водотривкість агрегатів, тим більшу протиерозійну стійкість мають ґрунти.

Фільтраційна здатність ґрунтів різного гранулометричного складу неоднакова: у піщаних ґрунтів вона у багато разів вища, ніж у безструктурних глинистих і суглинкових. Проте, при доброму окультуренні глинистих ґрунтів вони набувають водотривкої структури і достатньо високої фільтраційної здатності. В цілому ж легкі ґрунти більшою мірою зазнають ерозії. Особливо інтенсивно розвивається на них яружна ерозія (яри, промоїни, баюри).

Від гранулометричного складу відкладів залежать також ерозійні форми мікрорельєфу. На супісках і пісках внаслідок ерозії утворюються крутостінні V-подібні промоїни і яри, на глинистих і суглинкових відкладах – пологі коритоподібні потяжини, які майже непомітно переходять у плоскі нееродовані ділянки. На лесах внаслідок вертикальної пористості і тріщинуватості формуються ящикоподібні яри з прямовисними стінками і плоским дном.

Протиерозійна стійкість ґрунтів дуже залежить від їх *структури*. Фільтраційна здатність ґрунтів з дрібнозернистою структурою в 10-30 разів вища, ніж безструктурних ґрунтів, тому протиерозійна стійкість структурних ґрунтів у багато разів вища. Проте, структура ґрунтів залежить від їх гранулометричного складу. Залежність протиерозійної стійкості ґрунтів від їх структури і гранулометричного складу можна виразити рівнянням, з якого видно, що коефіцієнт протиерозійної стійкості (K) прямо пропорційний коефіцієнту гранулометричної структурності G і обернено пропорційний коефіцієнту дисперсної ґрунтової структури:

$$K = \frac{G \cdot 100}{Q}$$

де G – коефіцієнт гранулометричної структурності (Вадонина А.Ф., Корчагіна З.А.), який дорівнює відношенню вмісту частинок діаметром менше 0,001 мм до вмісту частинок більш крупних фракцій при механічному аналізі

ґрунтів (за Н.А. Качинським); Q – коефіцієнт дисперсності, який визначають за відношенням вмісту частинок діаметром менше 0,001 мм при мікроагрегатному аналізі до вмісту частинок такого ж розміру при механічному аналізі.

Протиерозійна стійкість ґрунтів підвищується із збільшенням у них *вмісту гумусу*, оскільки від нього залежить ступінь їх оструктуреності. Найвищий вміст гумусу й оструктуреність чорноземів забезпечують їм найбільшу ерозійну стійкість, порівняно з іншими типами ґрунтів.

Склад вбирних основ також істотно впливає на швидкість ерозії ґрунтів. При переважанні в ньому катіонів кальцію збільшується водотривкість агрегатів і знижується еродованість ґрунтів. Наявність у складі поглинутих основ великої кількості катіонів натрію і магнію спричинює солонцюватість ґрунтів, посилює струменеву і площинну ерозію, призводить до формування продовгуватих улоговин, що утворюються при повільному стіканні розмоклої тістоподібної маси. Це явище пояснюється тим, що під час дощу солонцевий горизонт сильно набухає, втрачає здатність фільтрувати воду і через відсутність у ньому водотривких агрегатів швидко переходить у розріджений текучий стан, зазнаючи інтенсивної площинної ерозії.

При вмісті у ґрунті легкорозчинних солей також знижується його протиерозійна стійкість. При висиханні ґрунтів солі випадають з розчину у вигляді кристалів, приєднуючи велику кількість молекул води і розсовуючи ґрунтові частинки, розпушують ґрунтову масу. При випаданні дощів солі розчиняються у воді, поверхневий шар переходить у розпушений, нестійкий проти ерозії стан. На відміну від солонцевих “текучих” ґрунтів, засолені ґрунти зазнають розмивної ерозії, яка утворює промоїни і яри з вертикальними стінами.

На протиерозійну стійкість ґрунтів впливає також їх *вологість*. Структура сухих ґрунтів більш тривка, ніж вологих. Тому повторні опади ерозійно більш небезпечні, ніж перші. Сила їх дії зростає ще й тому, що вологі ґрунти менше здатні вбирати й утримувати вологу і зумовлюють більш інтенсивний стік.

Соціально-економічні умови

Величезних збитків господарству ерозія завдає не тільки через зниження родючості ґрунтів і збільшення площ оброблюваних полів, а й унаслідок руйнування доріг, господарських будівель, гребель, замулення водоймищ, річних заплав і русел, руйнування сіножатей і пасовищ, виносу з полів добрив і пестицидів. Ще В.В. Докучаєв у

книзі “Російський чорнозем” підкреслював, що чорноземи втрачають родючість внаслідок змивання талими і зливовими водами верхнього шару ґрунту, а також видування його вітром.

Ерозійні процеси відбуваються не тільки природно, а й через соціально-економічні причини. Вони залежать від способу механічного обробітку ґрунту, використання землі, системи сівозмін і організації території. До соціально-економічних факторів В.В. Докучаєв відносив також розорювання степів і знищення лісів.

Ерозія земель – це історичний наслідок неправильного господарського їх використання без урахування природних умов та загальних закономірностей водного режиму ґрунтів. У природних умовах сам процес змиву є малопомітним, оскільки існує стійка рівновага між поверхневим стоком і рельєфом місцевості, тобто змив ґрунту балансується ґрунтоутворенням (Арманд Д.А., 1966).

Нині господарська, особливо землеробська, діяльність людей повністю визначає розвиток та інтенсивність ерозійних процесів. Ерозія завжди була супутником нерационального землеробства і тваринництва (Кузнецов В.П., 1982).

Розвиток ерозійних процесів у всіх без винятку регіонах нерозривно пов'язаний із землеробством, тобто з господарською діяльністю людей. Природні фактори розвитку ерозії повною мірою можуть проявлятися тільки на фоні цієї діяльності.

Від недооцінки глибокої дії ерозії у свій час гинули давні цивілізації. Вирубування лісів у передгірних і гірських районах, надмірне випасання худоби, розорювання цілих земель завжди супроводжувалось інтенсивним розвитком ерозії. Месопотамія, Мала і Середня Азія, Великі рівнини Америки – ось приклади спустошливої ерозії внаслідок неправильної господарської діяльності людей.

До розорювання степових просторів трав'яниста рослинність перешкоджала бурхливому розвитку ерозійних процесів. Племена хозарів, печенігів, половців, татар кочували по степових просторах і не займалися землеробством. Після падіння Кримського ханства зникла небезпека їх спустошливих набігів і степи почали поступово заселятися. Освоєнню степових просторів, інтенсивному їх розорюванню особливо сприяло скасування кріпосного права.

Розвиток промислового капіталізму в Росії в наприкінці ХІХ – на початку ХХ ст. викликав швидке зростання виробництва зерна.

Зростання чисельності промислових робітників і населення міст підвищило попит на сільськогосподарську продукцію. Великий попит на світовому ринку на російську пшеницю і близькість морських портів (Одеса, Маріуполь) зумовили збільшення її посівних площ. Землі розорювалися надзвичайно швидкими темпами. Особливо цьому сприяла столипінська реформа 1906 р.

Розорювання земель призвело до зростання масштабів антропогенної ерозії (як площинної, так і лінійної), диференціації земель за родючістю. Почали розвиватися яри, збільшилась кількість кам'янисто-щебенистих ґрунтів і виходів щільних порід. Розорані круті схили перетворилися на малопридатні землі. Різко збільшилася розораність території.

Після 1917 р. сталися значні зміни в системі землекористування. Важливими заходами запобігання ерозії були впровадження сівозмін і правильна організація території. Оснащення колгоспів і радгоспів технікою дало змогу поглибити орний шар, належно обробляти чисті пари. Все це збільшувало вологоємкість чорноземів, зменшувало коефіцієнт схилового стоку і змиву ґрунтів. Ці заходи, а також широке застосування добрив, сімба сортовим насінням значно підвищили урожайність сільськогосподарських культур, що сприяло зниженню інтенсивності ерозії завдяки більш густому стеблостою рослин. Зниженню ерозії сприяв також обробіток ґрунту впоперек схилів.

З 1930 р. робляться спроби спинити дію ерозії лісомеліоративними заходами. Проте, без поєднання з агротехнічними протиерозійними заходами вони часто не давали належного ефекту. У 1940 р. почали проводити агротехнічні протиерозійні заходи. Оранка вздовж схилу, яка сприяє змиванню ґрунтів, була заборонена в законодавчому порядку. Для боротьби з ерозією розширюються площі під багаторічними травами, проводиться снігозатримання, збільшується глибина оранки. Проте, одночасно з усуненням традиційних причин ерозії з розвитком потужного індустріального “соціалістичного” сільського господарства з'явилися нові. У великих “соціалістичних” сільськогосподарських підприємствах організацію території часто пристосовували до механічного обробітку полів важкою технікою і неповною мірою враховували умови стоку та загрозу розвитку ерозії. У багатьох господарствах землевпорядкуванням займалися малокваліфіковані працівники, які намагалися створити передусім кращі умови для більш продуктивної роботи сільськогосподарських машин. У резуль-

таті цього поля в господарствах розбивали на ділянки однакового розміру – 100 га, які часто розміщували не тільки на рівних природороздільних просторах, а й на пересіченій місцевості. Межі таких полів нарізали, як правило, прямолінійно, без урахування рельєфу, стоку та ерозії. Уздовж цих меж створювали полезахисні лісові смуги. Прямолінійність меж полів, лісосмуг та інших елементів організації території в багатьох господарствах була основним принципом землепорядкування. Через це територія господарств була покрита мережею різних прямолінійних рубежів, які в багатьох випадках сприяли розвитку ерозійних процесів.

Вимога механізаторів нарізати максимально великі ділянки призводила до включення в ріллю площ, які не підлягали розорюванню (схилів, верхів'їв балок та ін.)

Сьогодні практично вся територія Лісостепової і Степової зон нашої країни розорана і є придатною для сільськогосподарського виробництва. Розораність чорноземів в Україні становить 85, 1 %, а в деяких областях – 89-90 %. Розорані також чорноземи на схилах крутизною 15° і більше, а агротехніка лишається попередньою, як і для схилів крутизною менше 8°.

Противерозійні агротехнічні заходи, розроблені для схилів крутизною 5-6°, не захищають ґрунт від змивання на більш крутих схилах. Наприклад, 80% споруджених на схилах крутизною 6-8° наорних валів-терас руйнуються стоком талих вод. Внаслідок цього на полях через кожні 50-100 м утворюються промоїни глибиною від 0,3 до 1 м. Інколи лісосмуги та інші прямолінійні елементи організації території в господарствах розміщені під різними кутами до напрямку схилу з нахилами уздовж цих схилів до 27° і більше.

Обробіток ґрунту і сівба сільськогосподарських культур проводяться, як правило, уздовж значних меж полів. За розміщенням меж полів визначають напрям обробітку ґрунту і довжину робочих ходів, від яких залежать стік і ерозія. На зораному полі більшість зайвої води стікає в борозни, утворені на межі полів під час оранки. Доведено, що швидкість потоку по борознах у 2-3 рази вища, ніж на рівному схилі такої ж крутизни, а ерозійна енергія потоку в 6-7 разів вища, ніж на ділянках, які не мають борозен.

Розміщення довгих меж полів під кутом до напрямку схилу робить неможливим або нераціональним обробіток ґрунту впоперек схилу.

При такому плануванні полів гребені меншою мірою впливають на стік і вбирання води ґрунтом. Із збільшенням довжини гону вздовж схилу або під кутом до нього зростає площа водозбору борозен, а отже – й об'єм води, яка протікає по борознах, і руйнівна сила потоку.

Полезахисні лісосмуги при нарізанні 100-гектарних ділянок також інколи розміщували без урахування форм рельєфу і напряму вітрів. У чорноземній зоні країни через розміщення лісових смуг під кутом до напрямку схилу потоки води, що утворюються від танення кучугур снігу на узліссях, надходять не в лісосмугу, а рухаються вздовж неї і скидаються в балки та яри. Нарізування великих полів на розчленованому рельєфі призводить до місцевої концентрації стоку штучними рубежами (лісосмуги, дороги, межі полів), що сприяє розвитку ерозії. У таких випадках розмивання і змивання ґрунту часто буває там, де в природних умовах розподіл і скидання стоку не викликають ерозії. Наприклад, яри утворювалися в байрачних лісах у місцях скидання потоків води, які збиралися по межах лісосмуги придорожніми канавами.

Посиленню ерозії ґрунтів сприяє їх надмірно інтенсивний механічний обробіток, застосування важкої ґрунтообробної, меліоративної і збиральної техніки, порушення оптимальних строків обробітку ґрунту, що призводить до погіршення його структурного стану, переущільнення, злитності, зменшення фільтраційної здатності і біологічної активності. Ерозія посилюється також при порушенні оптимальної структури посівних площ сільськогосподарських культур і науково обґрунтованих сівозмін.

Господарська діяльність людини дуже позначилась на розвитку ерозійних процесів в Україні. Внаслідок неправильного використання землі утворились яри, які сильно дрениують місцевість і змінюють рослинність, що призводить до погіршення її ґрунтозахисних властивостей і посилює ерозійні процеси. Проте, було б неправильним твердження, що господарська діяльність людей сприяє лише розвитку ерозійних процесів. Адже спрямованим агротехнічним впливом на ґрунт, регулюванням рослинного покриву, правильною противерозійною організацією території люди можуть припинити ерозію і значно підвищити родючість еродованих земель. Отже, господарська діяльність може і повинна бути спрямована на організацію захисту ґрунтів від ерозії. Вона є основним фактором припинення дії ерозійних процесів.

1.2.3. Властивості еродованих ґрунтів

Ерозійні процеси значною мірою впливають на властивості ґрунтів. Слабкоеродовані ґрунти внаслідок змивання втрачають частину гумусового горизонту. У ґрунтах, які зазнають сильної ерозії, гумусна частина змивається, і на поверхні оголюються малородючі горизонти А₂ або В.

Ерозія викликає глибокі і часто незворотні зміни фізичних, хімічних і фізико-хімічних властивостей ґрунтів, що, як правило, призводить до різкого зниження не тільки природної, а й ефективної родючості їх. Негативний вплив ерозійних процесів виявляється переважно збільшенням щільності ґрунтів, зниженням їх фільтраційної здатності та вмісту водотривких агрегатів. Потоками води виноситься найцінніша дрібнодисперсна частина ґрунту, яка відкладається за межами поля, забруднюючи при цьому водойми продуктами ерозії.

Діагностика змитих ґрунтів недостатньо розроблена, оскільки величезна різноманітність геоморфологічних та природно-кліматичних умов по-різному впливає на інтенсивність прояву ерозійних процесів. Тому недоцільно брати за основу визначення ступеня змитості ґрунтів яку-небудь ознаку (наприклад, розміщення ділянки на схилі, зменшення потужності гумусового горизонту, зниження врожайності сільськогосподарських культур та ін.), хоча в кожному конкретному випадку можна діагностувати змив ґрунтів за однією з ознак (наприклад, зменшення вмісту гумусу).

Найбільш узагальненою є класифікація ґрунтів М.М. Заславського (1984) за ступенем змитості. Згідно з цією класифікацією існують три ступені змитості ґрунтів: слабкий, середній і сильний, яким відповідає зменшення вмісту гумусу в шарі ґрунту 0-50 або 0-25 см, порівняно з незмитим ґрунтом, відповідно на 10-20; 20-50 і понад 50 %.

Разом з гумусом під час ерозії ґрунтів змивається велика кількість елементів живлення, доступних для рослин форм азоту, фосфору, калію, а також обмінних основ (табл. 8). Урожаї сільськогосподарських культур через це істотно знижуються.

Вміст гумусу у метровому шарі слабкоеродованих чорноземів на 5-10 %, а середньоеродованих на 30-40 % є нижчим, ніж у чорноземах, які не зазнали ерозії. У гумусі середньо- і сильноеродованих ґрунтів зростає вміст фульвокислот, а гумінові кислоти стають більш гідрофільними, що знижує їх структуроутворювальну здатність.

Таблиця 8 – Зміна властивостей чорноземів під впливом ерозії (Толчельников Ю.С., 1990)

Чорнозем	Гумус, %	Сума обмінних основ, мг. екв/100г	Гідролізуючий азот, мг/100г	Вміст рухомих, мг/100г	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
Слабкозмитий	4.8	48	5.1	6.9	22
Середньозмитий	4.2	39	4.7	5.4	21
Сильнозмитий	3.4	38	4.2	4.3	20

В еродованих чорноземах зменшується кількість мікроорганізмів, знижуються активність ґрунтових ферментів, вміст найактивніших мулістої і пилуватої фракцій через їх вимивання. Безструктурність еродованих чорноземів призводить до підвищення їх щільності, зниження водопроникності (табл. 9), що, в свою чергу, ланцюговою реакцією сприяє подальшому розвитку ерозії.

Таблиця 9 – Біологічна активність і водно-фізичні властивості типового чорнозему різного ступеня змитості, шар 0-20 см (Толчельников Ю.С., 1990)

Ступінь змитості ґрунту	Вміст, %		Виділення СО ₂ , мг/100г ґрунту	Нагромадження нітратів, мг/100г ґрунту	Мікроорганізмів в 1 г ґрунту, млн			Вміст водотривких агрегатів >0,25 мм, % маси ґрунту	Об'ємна маса, г/см ³	Пористість, %	Вологосмісткість % маси ґрунту
	гумусу	СаСО ₃			бактерій	актиноміцитів	грибів				
Незмитий	5,1	0	9,5	38,5	5,0	3,4	0,09	44	1,29	51	42
Слабкозмитий	3,6	1,6	8,1	15,5	2,7	5,0	0,02	38	1,33	49	37
Середньозмитий	2,6	4,8	1,8	11,5	3,5	2,8	0,01	31	1,36	48	31
Сильнозмитий	0,9	13,2	1,2	6,8	3,6	2,0	0,02	20	1,43	43	28

Через змив ґрунту та дефляцію не лише втрачається значна кількість гумусу, а й помітно змінюється його якісний склад.

В еродованих ґрунтах вміст гумусу зменшується швидше, ніж у повнопрофільних. Наприклад, у метровому шарі чорноземів звичайних Донбасу вміст гумусу знижується так: у повнопрофільному – 460, слабкоеродованому – 380, середньоеродованому – 273 т/га.

У гумусі еродованих чорноземів спостерігається зменшення співвідношення C:N, що свідчить про наявність у ньому більш стійких сполук азоту з органічною речовиною.

За спостереженнями Л.І. Акентьєвої (1975), в гумусі чорноземів слабокислих, порівняно з нееродованими, збільшується вміст фульвокислот, а гуміновані кислоти мають вищий поріг коагуляції і знижену оптичну щільність.

Якісні зміни складу гумусу еродованих ґрунтів і властивостей гумінових кислот зумовлені оголенням глибших шарів профілю, гумус яких має більш вузьке співвідношення C:N та гумінових до фульвокислот. Знижена структуроутворююча здатність еродованих ґрунтів пояснюється більшою рухомістю в них гумусових речовин.

Еродованість ґрунтів може спричинити і неоднорідність їх гранулометричного складу за глибиною профілю. Якщо гранулометричний склад більш-менш однорідний, то незмиті і змиті ґрунти за вмістом механічних елементів важко розрізнити. В еродованих ґрунтах кількість мулистих фракцій зменшується внаслідок виносу їх водою і вітром, а у верхніх шарах нагромаджуються крупніші частинки розміром 0,05 мм (табл. 10). Внаслідок втрат органічної речовини, а також дії сільськогосподарських машин і знарядь, механічного впливу дощових крапель збільшується щільність цих ґрунтів, тому слід проводити інтенсивне механічне розпушування їх (табл. 11).

Таблиця 10 – Залежність гранулометричного складу верхнього 20-сантиметрового шару чорнозему звичайного від його еродованості (Головченко І.М., Горбачова О.Ю., Акентьєва Л.І., 1986)

Еродованість ґрунту	Розмір частинок, мм			Фізичні		Втрати від обробки НС
	0,25	0,25-0,001	0,001	пісок	глина	
Нееродований	4,3	28,1	32,3	50,6	42,3	7,1
Середньоеродований	3,3	27,7	27,4	46,6	42,3	11,1
Сильноеродований	4,6	20,2	31,2	43,9	32,2	23,8

Таблиця 11 – Об'ємна маса чорнозему звичайного залежно від його еродованості (Головченко І.М., Горбачова О.Ю., Акентьєва Л.І., 1986)

Еродованість ґрунту	Шар ґрунту, см			
	0-10	10-20	20-30	0-30
Цілина	1,18	1,14	1,20	1,17
Слабка	1,23	1,25	1,24	1,24
Середня	1,26	1,24	1,26	1,26
Сильна	1,31	1,28	1,27	1,29

Із збільшенням ступеня змитості ґрунту погіршується його структурний стан. У чорноземах звичайних вміст агрономічно цінних агрегатів досить високий і від ступеня еродованості практично залежить мало. Однак на водотривкість ґрунтової структури ступінь еродованості впливає дуже помітно. У дослідях І.М. Головченка та інших дослідників (1986) на середньо- і сильноеродованих різновидах ґрунтів водотривкість агрегатів у 30-сантиметровому їх шарі зменшувалася на 6,3-19,5 %. Така ж закономірність спостерігається в усіх ґрунтово-кліматичних зонах країни.

Зміна хімічних і фізичних параметрів ґрунтів під впливом ерозії призводить до зміни їх водних властивостей (табл. 12).

Таблиця 12 – Водно-фізичні властивості чорнозему звичайного різного ступеня змитості (Головченко І.М., Горбачова О.Ю., Акентьєва Л.І., 1986)

Шар ґрунту	Максимальна гігроскопічність		Вологість в'янення		Продуктивна волога		Найменша вологемкість, мм
	мм	% НВ	мм	% НВ	мм	% НВ	
Незмитий ґрунт							
0-20	29,5	36,3	36,5	45,0	44,6	54,9	81,1
0-50	76,7	40,8	95,6	50,9	92,0	49,0	187,6
0-100	151,1	43,4	188,1	54,1	158,8	45,6	347,9
Середньозмитий ґрунт							
0-20	29,0	39,2	37,1	50,2	36,8	49,8	73,3
0-50	74,1	43,9	92,4	54,8	76,3	45,2	168,7
0-100	150,3	47,3	191,3	60,2	126,4	39,8	317,7
Сильнозмитий ґрунт							
0-20	31,2	44,0	36,8	51,9	34,1	48,1	70,9
0-50	75,6	47,1	93,2	58,1	67,2	41,9	160,4
0-100	151,2	52,5	189,4	65,8	98,5	34,2	287,9

Максимальна гігроскопічність і вологість в'янення мало залежать від ступеня змитості ґрунтів, діапазон продуктивної вологи у сильнозмитих ґрунтах зменшується на 60,3 мм, вологемкість метрового шару ґрунту – на 60 мм.

Зменшення вмісту органічної речовини і погіршення водно-фізичних властивостей еродованих ґрунтів позначається насамперед на забезпеченні їх такими важливими елементами живлення рослин, як азот, фосфор і калій. Отримані Інститутом охорони ґрунтів УААН узагальнені дані про переважаючі на території країни генетичні групи ґрунтів свідчать, що в еродованих ґрунтах найбільшою мірою відчувається дефіцит азоту і фосфору.

Азот у змитих ґрунтах міститься переважно у важкогідролізованих формах, а фосфати зв'язані здебільшого з двовалентним кальцієм і малодоступні для рослин. Тому тут спостерігається висока реакція рослин на внесення азотних і фосфорних добрив.

Ерозія спричинює помітні зміни властивостей дерново-підзолистих ґрунтів. Зокрема, вміст частинок фізичної глини (<0,01 мм) у них зменшується. Причому, вміст мулистої фракції (частинки розміром менше 0,001 мм) змінюється мало, а погіршення гранулометричного складу відбувається через зниження вмісту більш крупних пилуватих фракцій (0,01-0,001 мм). Винос пилу зумовлений переважно тим, що він знаходиться в роздільно-окремому стані, тоді як мул зв'язаний в агрегатах. Найбільш транспортабельними є мікроагрегати розміром 0,01-0,001 мм, оскільки мають малу об'ємну масу.

У середньо- і сильнозмитих дерново-підзолистих ґрунтах, у яких до орного шару приорюються підзолистий та ілювіальний горизонти, гранулометричний склад може бути важчим, ніж у незмитих ґрунтах. Це пояснюється тим, що гранулометричний склад ілювіального горизонту важчий, ніж верхньої частини профілю цих ґрунтів. Залежно від ступеня "розбавлення" орного шару матеріалом розміщених нижче горизонтів, у разі змивання орний шар дерново-підзолистих ґрунтів може бути легшим або важчим, ніж у незмитих ґрунтах.

Так само змінюються хімічні властивості змитих дерново-підзолистих ґрунтів, що пов'язано не тільки з виносом тих чи інших елементів, а й з приорюванням нижніх горизонтів. Винос позначається передовсім на вмісті тих речовин, яких у верхньому шарі міститься максимальна кількість, а саме – гумусу й азоту. Найбільше втрачають їх ґрунти більш важкого гранулометричного складу. Вміст рухомих форм фосфору і калію у змитих дерново-підзолистих ґрунтах може збільшуватися через підвищений вміст цих елементів в ілювіальному горизонті. Нерідко з цієї ж причини внаслідок змивання знижується кислотність орного шару і збільшується в ньому вміст обмінних основ.

Водно-фізичні властивості змитих дерново-підзолистих ґрунтів погіршуються. Внаслідок наближення до поверхні ілювіального горизонту зростає їх щільність, знижується пористість і швидкість фільтрації. Зниження водопроникності цих ґрунтів призводить до зменшення кількості води, яка вбирається ними при весняному таненні снігу і зливових опадах.

З виносом елементів живлення внаслідок ерозії, погіршенням водно-фізичних властивостей та інших несприятливих змін на змитих ґрунтах знижуються врожаї сільськогосподарських культур. Ерозія призводить до зниження продуктивності ґрунтів усіх типів (табл. 13). На слабкозмитих ґрунтах урожай зменшується на 10-30 %, на середньозмитих – на 30-50 і на сильнозмитих – на 50-70 %.

Таблиця 13 – Поправочні коефіцієнти для розрахунку урожаю на змитих ґрунтах

Ґрунти	Ступінь змитості ґрунтів			
	незмитих	слабко-змитих	середньо-змитих	сильно-змитих
Дерново-підзолисті	1.0	0.7	0.5	0.4
Сірі лісові	1.0	0.8	0.6	0.4
Чорноземи вишугвані	1.0	0.8	0.5	0.4
Чорноземи звичайні	1.0	0.8	0.6	0.3

Відомо, що якість урожаю сільськогосподарських культур значною мірою залежить від погодно-кліматичних і ґрунтових умов. Змінюючи характер зволоження, тепловий та поживний режими, ерозійні процеси істотно впливають не тільки на врожайність цих культур, а й на формування його якісних показників. Із збільшенням ступеня еродованості ґрунту, як свідчать дослідження Інституту охорони ґрунтів УААН, зменшуються маса 1000 зерен озимої пшениці, процентний вміст у зерні азоту, Протеїну, клітковини (табл. 14).

Таблиця 14 – Вплив ерозійних процесів на якість зерна озимої пшениці (Головченко І.М., Горбачова О.Ю., Акентьєва Л.І., 1986)

Еродованість ґрунту	Маса 1000 зерен. г	Вміст. %		
		азоту	протеїну	клітковини
<i>Лісоцмен</i>				
Нееродований	42.6	2.42	13.8	18.6
Слабка	40.7	2.21	12.6	16.9
Середня	37.8	1.89	10.8	14.6
Сильна	33.7	1.56	8.9	13.9
Намитий	43.9	2.43	13.9	20.4
<i>Стен</i>				
Нееродований	41.6	2.46	14.0	25.5
Слабка	39.3	2.20	12.6	22.0
Середня	38.9	2.03	11.6	20.9
Сильна	38.1	1.89	10.8	17.4
Намитий	42.3	2.36	13.4	25.0

В озимій пшениці та інших культур на еродованих землях формується зерно з пониженим вмістом білка та клейковини, з гіршими технічними та хлібопекарськими якостями. Водночас різниці за вмістом фосфору і калію в продукції, вирощуваній на ґрунтах різного ступеня еродованості, не виявлено.

Зерно, вирощене на еродованих ґрунтах, має низькі посівні якості. Так, за даними Інституту охорони ґрунтів УААН, на чорноземах звичайних Степу із збільшенням ступеня еродованості ґрунтів в озимій пшениці знижувались абсолютна маса і схожість та збільшувався процент щуплого зерна (табл. 15).

Таблиця 15 – Показники посівних якостей зерна озимій пшениці, вирощеної на еродованих ґрунтах

Еродованість ґрунту	Натура зерна, г	Вихід щуплого зерна, %	Схожість зерна, %
Нееродований	834.3	6.0	97.5
Слабка	832.2	7.1	94.5
Середня	828.7	9.0	93.3
Сильна	812.2	12.6	92.0
Намитий	832.2	4.0	98.3

Діагностичні ознаки, класифікація ґрунтів за ступенем змитості і прогноз їх еродованості

Ступінь еродованості ґрунтів виявляється насамперед у морфолого-генетичних властивостях ґрунтового профілю. Його визначають за вцілілою від ерозії частиною ґрунтового профілю, тобто порівнянням властивостей горизонтів еродованих ґрунтів із властивостями генетичних горизонтів незайманих цілинних земель. Морфологічні особливості еродованих ґрунтів і є діагностичними ознаками ступеня їх еродованості. На їх основі класифікують еродовані ґрунти. Прояви ерозії ґрунтів є багатогранними, тому дослідники використовують для класифікації різні ознаки. Зокрема, в польових умовах зважають на такі ознаки еродованості ґрунтів:

I. Неорні ґрунти:

1. Дерново-підзолисті:

- слабкозмиті – частково змитий горизонт A_2 ;
- середньозмиті – повністю змитий горизонт A_1 , частково A_2 ;
- сильнозмиті – повністю змитий горизонт A_2 , частково B_2 .

2. Темно-сірі лісові і сірі лісові, бурі лісові:

- слабкозмиті – змито не більше половини горизонту A_1 ;
- середньозмиті – змитий більше ніж наполовину або повністю горизонт A_1 ;
- сильнозмиті – змитий частково або повністю горизонт A_1 , або A_1A_2 і частково A_2B .

3. Чорноземні і каштанові:

- слабкозмиті – змито менше половини горизонту A ;
- середньозмиті – змитий більше ніж наполовину або повністю горизонт A ;
- сильнозмиті – змитий частково або повністю перехідний горизонт B або AB (в чорноземах).

II. Орні ґрунти (глибина оранки – 22-25 см)

1. Дерново-підзолисті:

- слабкозмиті – змитий частково $A_{орн}$, приорується A_2 , під $A_{орн}$ залишаються рештки горизонту A_2B_1 або A_2 . Горизонт $A_{орн}$ має білястий відтінок;
- середньозмиті – горизонт $A_{орн}$ змитий повністю, розорюються A_2 і B_1 , орний горизонт буруватого забарвлення;
- сильнозмиті – розорюються переважно горизонти B_1 і B_2 . Горизонт $A_{орн}$ має червоно-бурий колір.

2. Сірі і темно-сірі лісові:

- слабкозмиті – гумусовий горизонт A_1 , який мав початкову потужність 30-40 см, змитий на 1/3, горизонти A_2 і B не приорується;
- середньозмиті – горизонт A_1 змитий на 2/3, в орний шар залучається горизонт A_2B . Орний шар має буруватий відтінок;
- сильнозмиті – гумусовий горизонт A змитий повністю.

3. Потужні й середньопотужні чорноземи всіх підтипів з початковою потужністю горизонтів $A+AB$ понад 50 см:

- слабкозмиті – змито менше 1/3 горизонту A . Горизонт $A_{орн}$ не відрізняється за кольором від незмитих ділянок. Потужність підорних горизонтів $A+AB$ зменшується не більше ніж на 1/4, порівняно з нееродованими ґрунтами;
- середньозмиті – змитий більше як наполовину горизонт A . Орний горизонт набуває слабого буруватого відтінку. Потужність підорних горизонтів $A+AB$ зменшується наполовину;

– сильозмиті – повністю змитий горизонт А і частково АВ. Орний шар стає бурим, має брилисту будову, утворює кірку. Потужність горизонтів А+АВ скорочується на 75 %.

4. Чорноземи всіх підтипів і каштанові ґрунти з початковою потужністю А+АВ менше 50 см:

– слабкозмиті – змито не менше 1/3 початкової потужності горизонтів А+АВ. В орний шар залучається верхня частина горизонту АВ;

– середньозмиті – змита більша частина горизонтів А+АВ. Орний шар забарвленням мало відрізняється від ґрунтової породи. Під А_{орн} залягають горизонти В_к і В_с;

– сильозмиті – змита більша частина горизонтів А+АВ. Орний шар забарвленням нагадує ґрунтовою породою. Під А_{орн} залягають горизонти В_к і В_с.

Важливою діагностичною ознакою змитих ґрунтів є вміст гумусу в орному горизонті, який виявляється в інтенсивності його темного забарвлення. За кольором ріллі, не покритої рослинністю, можна легко визначити ступінь еродованості ґрунтів. Цю властивість ґрунтів чітко видно на аерофотознімках, на яких за різною інтенсивністю забарвлення можна виділити контури різного ступеня еродованості.

Перші класифікації еродованих ґрунтів враховували ступінь еродованості, який визначали за морфологічними діагностичними ознаками. Потім з'явилися класифікації, в яких, крім ступеня еродованості, враховували розташування ґрунтового покриву відносно елементів рельєфу та характер його сільськогосподарського використання.

Перша класифікація, яка враховувала комплексний підхід до використання земель та організації протиерозійних заходів, була розроблена Міністерством сільського господарства США.

У нашій країні нині застосовують класифікацію, згідно з якою ґрунти поділяють за ступенем інтенсивності прояву на них ерозійних процесів з одночасним поділом на категорії за сільськогосподарським використанням і видами протиерозійних заходів.

Класифікація земель за ступенем еродованості включає три групи їх (А, Б, В) і 9 категорій.

Група А. Землі, які інтенсивно використовуються в землеробстві

I категорія. ґрунти, які не зазнають водної ерозії. Стік талих і дощових вод з поверхні ґрунту не змиває його з розміщених нижче

ділянок. Потреби проведення протиерозійних заходів і регулювання стоку немає. Слід проводити заходи щодо підвищення природної родючості ґрунтів.

II категорія. ґрунти зазнають слабкої ерозії або стік з них загрожує розміщеним нижче ділянкам. Для припинення і регулювання поверхневого стоку достатньо застосування найпростіших агротехнічних заходів: правильного землевпорядкування, більш глибокої оранки, рядкового засівання схилів, обвалування зябу.

III категорія. ґрунти зазнають середньої ерозії. Для запобігання їй, крім зазначених вище заходів, особливо на полях просапних культур, проводять: переривчасте борознування міжрядь у більш посушливих районах і створюють відповідним механічним обробітком упоперек схилів валики (або підгортання) – у більш зволжених районах, роблять водовідвідні смуги в районах частого випадання зливових опадів, здійснюють безполицевий обробіток з максимальним збереженням стерні в посушливих районах. Землі цих категорій використовують у звичайних для даного господарства сівозмінах.

IV категорія. ґрунти зазнають сильної ерозії. Для її припинення територію організують так: розбивають буферні смуги, нарізають поля черговими вузькими смугами, проводять терасування, роблять горизонтальні або похилі вали-тераси з широкими проміжками, щоб забезпечити прохід сільськогосподарських машин і знарядь.

Група Б. Землі, придатні для обмеженого обробітку

V категорія. ґрунти зазнають дуже сильної ерозії. За умови доброго захисту їх освоюють під сади, виноградники. Можна використовувати під пасовища й сіножаті, а також під ґрунтозахисні сівозміни з одним-двома полями зернових культур і 5-10 полями багаторічних трав.

Група В. Землі зазнають дуже сильної ерозії і є непридатними для обробітку

VI категорія. Землі є непридатними для включення в ґрунтозахисну сівозміну. Їх можна використовувати під сіножаті й пасовища з помірним випасом. Потребують часткового поліпшення.

VII категорія. Землі з обмеженим випасом. Потребують часткового поліпшення.

VIII категорія. Землі, непридатні ні для землеробства, ні для сінокошіння і для випасу. Їх можна використовувати тільки під лісові угіддя.

IX категорія. Землі, непридатні ні під які земельні угіддя, навіть для лісорозведення. Це покинуті землі, до складу яких входять обриви, кам'янисті обсипи, бедленди.

Наведена класифікація цікава тим, що містить досить детальний поділ території за ступенем еродованості ґрунтів з пропозиціями щодо їх можливого сільськогосподарського використання.

Заслуговує на увагу групування ґрунтів за ступенем протиерозійної стійкості, розроблене З.П. Кирюхіною та З.В. Пацукевич, яке враховує такі властивості ґрунтів, як генезис, гранулометричний склад, вміст гумусу, літологію ґрунтоутворних порід (табл. 16).

Саме ці властивості найбільше впливають на протиерозійну стійкість ґрунтів. Оцінка протиерозійної стійкості виражена через коефіцієнт еродованості.

Дана класифікація дає змогу зробити порівняльну оцінку потенційної протиерозійної стійкості ґрунтів різних природних зон і різного літологічного складу, що формується за однотипних умов рельєфу.

Еродовані ґрунти всіх типів легко можна визначити на їх аерофотознімках. Їх розпізнають за тоном зображення, який через відмінності за вмістом гумусу у ґрунтах різного ступеня змитості варіює від темно-сірого (у слабкозмитих ґрунтів або тих, що зовсім не піддаються ерозії) до світлого (у сильнозмитих ґрунтів). Крім того, при дешифруванні ґрунтів використовують таку важливу ознаку, як конфігурація ділянок певного тону зображення. Звичайно зображення змитих ґрунтів утворює світлі контури, витягнуті вздовж уступів долин та увалів.

Поряд з конфігурацією великих контурів місцевості при дешифруванні звертають увагу на контури окремих форм мікрорельєфу: витягнуті форми промоїн свідчать про сильно виражені процеси ерозії, а круглі западини – про відсутність стоку й ерозії.

Тон зображення ґрунтів на аерофотознімках аналізують обов'язково в поєднанні з вивченням рельєфу, який добре простежується на стереопарах аерофотознімків під стереоскопом. Без урахування рельєфу можливі помилки в дешифруванні, оскільки різним тоном

Таблиця 16 – Групування ґрунтів за протиерозійною стійкістю

Ступінь еродованості ґрунтів	Коефіцієнт еродованості, т/га	Ґрунти	Ґрунтотворні породи	Гранулометричний склад	Вміст гумусу, %
Мінімально еродовані	< 1,0	Чорноземи вилугувані, звичайні, типові	Лесовидні суглинки	вс, г	> 6,0
Слабко еродовані	1,1-1,5	Чорноземи всіх підтипів, темно-сірі лісові Підзоли, дерново-підзолисті	Лесовидні суглинки Піски	вс, г п	4,5-6,0 < 1,5
	1,6-2,0	Чорноземи всіх підтипів Темно-каштанові	Лесовидні суглинки Лесовидні суглинки	лс, сс вс	3,0-5,0 3,0-5,0
Середньо еродовані	2,1-2,5	Темно-сірі лісові Сірі лісові Світло-сірі лісові Каштанові, темно-каштанові Дерново-підзолисті	Покровні суглинки Покровні суглинки Покровні суглинки Лесовидні суглинки Покровні, моренні суглинки	сс вс вс, г сс, вс г	2,5-4,0
	2,6-3,0	Каштанові, темно-каштанові Темно-сірі лісові Сірі лісові Світло-сірі лісові Дерново-підзолисті Дерново-підзолисті	Лесовидні суглинки Покровні суглинки Покровні суглинки Покровні суглинки Покровні суглинки Моренні суглинки	лс, сс лс лс, сс сс, вс вс, сп, вс, сс	2,0-3,5
Сильно еродовані	3,1-4,0	Світло-сірі лісові Дерново-підзолисті Дерново-підзолисті Світло-каштанові Дерново-підзолисті Дерново-підзолисті Світло-каштанові	Покровні суглинки Покровні суглинки Моренні суглинки Лесовидні суглинки Лесовидні суглинки Моренні суглинки Лесовидні суглинки	сп, лс сп, лс, лс лс, сп сп, лс, сс лс сс, лс	1,5-2,5 1,5-2,5
		Світло-сірі лісові Дерново-підзолисті	Покровні суглинки Покровні суглинки	сп, лс сп, лс	< 2,0

Примітка. сп – супісок; лс – легкий суглинок; сс – середній суглинок; вс – важкий суглинок; г – глина; п – пісок

зображаються не тільки ґрунти різного ступеня змитості, а й ґрунти, які різняться ґрунтоутворними породами або вологістю. Крім того, за тоном зображення змиті ґрунти схилів будуть подібними до намитих ґрунтів підніжжя схилів.

Наступна ознака еродованих ґрунтів – це форми еродованого рельєфу. На аерофотознімках можна детально простежити всі особливості розвитку ерозійних форм: розташування їх на схилах мезорельєфу, стадію розвитку, глибину врізу промоїн, крутизну і довжину їх схилів та ін. Добре видно також, до якого типу відносно більш давньої (материнської) форми рельєфу належить молода ерозійна форма – до доливної, вершинної чи схилової. Серед ерозійних схилових форм можуть бути виділені підбровкові (нижче бровки уступу тераси долини) і надбровкові (вище бровки уступу річкової тераси). Детально відбиваються на аерофотознімках усі стадії розвитку ерозійних форм, серед яких на схилах звичайно розрізняють форми такого послідовного ряду: мілкі промоїни, яри, а на днищах ярів і балок та на терасах – вимоїни, промоїни та донні яри.

При дешифруванні еродованих ґрунтів зважають і на такі ознаки, як форма схилів, площа водозборів, склад рослинного покриву, літологічний склад ґрунтоутворних порід, характер сільськогосподарського використання території.

Важливими показниками ступеня еродованості ґрунтів та інтенсивності цього процесу є площа і тип водозбору (прямий, збираючий, розсіюючий), довжина схилів, глибина і густота молодих форм лінійного розмиву. Чим гущіша мережа промоїн, тим вищий ступінь змитості ґрунтів.

Для раціонального проектування комплексу протиерозійних заходів недостатньо знати відсоток ґрунтів, схильних до ерозії, навіть за ступенем еродованості. Необхідно враховувати також загальну еродованість ґрунтового покриву у відносних величинах і класифікацію водозборів та міжводозбірних схилів за показниками рельєфу й еродованості. Про першу повну інформацію дає коефіцієнт еродованості ґрунтового покриву, визначений за рівнянням Г.О.Чуяна (1976). В Інституті охорони ґрунтів УААН проаналізовано еродованість ґрунтів і визначено коефіцієнти еродованості ґрунтового покриву по областях країни, адміністративних районах кожної області та основних господарствах у різних ґрунтово-кліматичних зонах. З'ясовано, що

цей коефіцієнт залежить від масштабу проектування. Зі збільшенням масштабу від області до господарства він зростає. На основі отриманих даних запропоновано класифікацію ґрунтового покриву за еродованістю для проектування комплексу протиерозійних заходів (табл. 17).

Таблиця 17 – Класифікація ґрунтів за еродованістю

Ступінь еродованості ґрунту	Коефіцієнт еродованості ґрунту для		
	області	району	господарства
Нееродований	1	1	1
Дуже слабкоеродований	1.0-1.05	1.05-1.15	1.05-1.15
Слабкоеродований	1.05-1.10	1.05-1.15	1.05-1.15
Середньоеродований	1.10-1.15	1.15-1.25	1.15-1.30
Сильноеродований	1.15-1.20	1.25-1.40	1.30-1.45
Дуже сильно еродований	Понад 1.20	Понад 1.40	Понад 1.45

При характеристиці водозборів виявлено чітку залежність середньозваженої крутизни схилів від їх довжини, а також коефіцієнта еродованості ґрунтового покриву від площі водозборів (табл. 18).

Таблиця 18 – Характеристика водозборів та міжводозбірних схилів (Шелякін М.М., Джамаль В.А., 1986)

Показник	Площа водозборів, га				Площа міжводозбірних схилів, га				
	50	50-100	100-150	150-200	200	50	50-100	100-150	150
Середньозважена крутизна схилів, що розорюються, град.	2,66	2,25	2,11	2,06	1,73	3,11	2,06	1,75	2,03
Середньозважена довжина схилів, що розорюються, м	396	518	549	652	489	397	494	588	663
Середня довжина водозбору, м	761	1115	1215	1203	1243	657	858	993	1300
Середній нахил водозбору	0.052	0.46	0.047	0.047	0.024	0.038	0.028	0.023	0.021
Коефіцієнт еродованості	1.26	1.19	1.15	1.12	1.12	1.25	1.25	1.15	1.15

Найбільша кількість водозборів має площу до 50 га. Із збільшенням площі водозборів різко зменшуються їх кількість і загальна площа. Подібна залежність характерна і для міжводозбірних схилів.

Довжина водозборів прямо залежить від їх площ, а середній нахил – обернено. На основі всебічної характеристики водозборів та міжводозбірних схилів Інститут охорони ґрунтів УААН розробив їх класифікацію (табл. 19).

Таблиця 19 – Класифікація водозборів і міжводозбірних розораних схилів

Градація	Площа, га	Середньо-зважена довжина, м	Середньо-зважена крутизна, град.	Коефіцієнт еродованості ґрунту
<i>Водозбори</i>				
Мілкі	До 50	До 400	Понад 2.4	Понад 1.25
Невеликі	50-100	400-500	2.4-2.2	1.20-1.25
Середні	100-150	500-600	2.2-2.1	1.15-1.20
Великі	150-200	600-700	2.1-2.0	1.10-1.15
Дуже великі	Понад 200	Понад 700	До 2.0	До 1.10
<i>Міжводозбірні схили</i>				
Мілкі	До 50	До 400	Понад 2.4	Понад 1.25
Невеликі	50-100	400-500	2.4-2.0	1.20-1.25
Середні	100-150	500-600	2.0-1.7	1.15-1.20
Великі	Понад 150	Понад 600	До 1.7	До 1.15

1. 3. Дефляція ґрунтів

1. 3. 1. Види, суть і основні фактори дефляції ґрунтів

Дефляція – це руйнування і знесення ґрунтів вітром. Вона відбувається тоді, коли швидкість вітру досягає значення, за якого руйнівна сила перевищує силу протидефляційної стійкості ґрунту. Максимальний прояв дефляції спостерігається під час ураганних вітрів, коли в повітря піднімається велика маса пилоподібних частинок. Дефляція є другим за масштабами після ерозії негативним впливом на ґрунтовий покрив, що призводить до знищення родючих ґрунтів на величезних територіях. Вона часто супроводжує ерозію.

Розрізняють дефляцію двох видів – повсякденну і пилові (чорні) бурі.

Повсякденна дефляція виникає при малих швидкостях вітру (5-10м/с), протікає непомітно, проте є не менше шкідливою, оскільки повільно й постійно руйнує і виснажує ґрунт. Вона спричинює оголення насіння, заробленого в ґрунт, пошкодження молодих сходів

рослин. Повсякденна дефляція особливо часто спостерігається на вітроударних схилах, позбавлених рослинності.

Пилові бурі – найбільш активний і шкідливий вид дефляції. Вони призводять до сильного руйнування ґрунтового покриву. За короткий строк пилові бурі, що спричинюються сильним вітром (швидкістю понад 12-15м/с), можуть поширитися на велику територію, знищити посіви на сотнях тисяч гектарів, знести значну частину ґрунту. Прояву пилових бур завжди передують тривала повсякденна дефляція, Пилові бурі не можуть виникнути над вітростійкою поверхнею – вони є лише показником ступеня руйнування ґрунту за час, що передував пиловій бурі. Інакше кажучи, пилові бурі є не причиною, а наслідком руйнування ґрунту. Проте, виникнувши, вони самі стають фактором великої руйнівної сили.

Рух частинок ґрунту під час вітру починається під впливом взаємодії динамічних статичних сил, які виникають при обтіканні їх поверхні повітряним потоком. Коли потік повітря рухається на кулясту частинку, яка вільно лежить на поверхні ґрунту, то на неї діє кілька сил: гравітації, лобового натиску повітря, атмосферного тиску, зчеплення, підймальна. Якщо сумарне значення сил гравітації, атмосферного тиску і сили зчеплення приблизно дорівнює силі лобового напору повітря, частинка починає рухатися, ковзати по поверхні. Якщо сума сил гравітації, атмосферного тиску і зчеплення менша за підймальну силу, вона піднімається в повітря.

Підймальна сила частинки виникає внаслідок того, що в межах висоти, яка дорівнює діаметру частинки, швидкість руху повітря різна. Потік, що надходить під нижню частину кулястої грудочки, через шорсткість поверхні ґрунту має меншу швидкість і більшу щільність. Внаслідок цього над частинкою утворюється зона пониженого тиску, а під частинкою – підвищеного. Виникає підймальна сила, що діє на частинку (рис. 10).

Мінімальна швидкість вітру, за якої починається відрив, піднімання і перенесення в повітряному потоці частинок ґрунту, називається критичною (граничною) швидкістю вітру.

Найлегше по поверхні переміщуються ґрунтові агрегати діаметром 0,1-0,5 мм, які під впливом вітру набирають руху з частотою обертання 200-1000 хв⁻¹. Агрегати діаметром від 0,6 до 1 мм пересуваються, перекочуючись, труться один об одного, вдаряються, руйну-

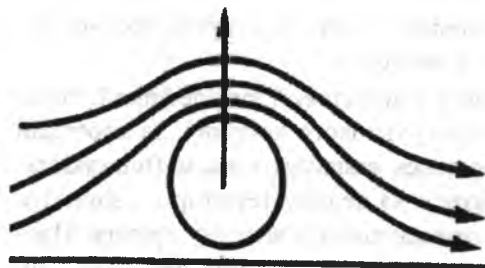


Рис. 10. Схема дії повітряного потоку на ґрунтову частинку

ються, і кількість грудочок, ерозійно найактивніших (розміром 0,1-0,5мм), збільшується.

Для пересування повітряно-сухих агрегатів чорнозему карбонатного легкосуглинкового з діаметром понад 1 мм потрібна швидкість вітру більше 11 м/с на висоті 15 см. Швидкість повітряного потоку,

за якої починають пересуватися ґрунтові агрегати діаметром 0,25; 0,25-0,5; 0,5-1; 1-2; 2-3 і 3-5 мм, становить відповідно 3, 8; 5, 3; 6, 8; 11, 2; 13, 1 і 17,6 м/с (Бараев А.И., Зайцева А.А., 1975).

Слід зазначити, що на граничну швидкість вітру, а отже, і на інтенсивність дефляції впливає багато факторів: кліматичні умови, гранулометричний склад ґрунту, щільність мінеральних частинок (питома маса твердої фази), сила зчеплення між частинками, захищеність поверхні ґрунтів, господарська діяльність людини. Залежність критичної швидкості вітру або швидкості дефляції ґрунтів від розміру мінеральних частинок (гранулометричного складу) ґрунтів є складною, оскільки, крім прямого впливу розміру частинок на опірність ґрунту дефляції, існує багато побічних взаємозалежностей, які можуть призводити до протилежного ефекту. Зупинимося спочатку на суто фізичних закономірностях залежності критичної швидкості вітру від ряду факторів.

Критична швидкість вітру (м/с) за М.І. Долгілевичем виражається рівнянням:

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{1,05d(j-P)g + 1,57P_0 + 1,57K_0P_{зч}}{K_p}}$$

де d – діаметр частинок, м; j – щільність частинок, г/см³; P – щільність повітря, г/см³; g – сила гравітації, 9,8 м/с²; P_0 – атмосферний тиск, г/см²; $P_{зч}$ – сила зчеплення частинок, г/см²; K_0 і K_p – коефіцієнти, які визначають експериментально.

Більш простою є формула У.Чепіла, за якою обчислюють критичну швидкість вітру (м/с):

$$V_{кр} = \sqrt{dR},$$

де d – питома маса частинок; R – діаметр частинок.

Наведені формули справедливі для ґрунтових частинок діаметром понад 0,05 мм. Для частинок діаметром менше 0,05 мм ця залежність має інший вигляд, а саме: із зменшенням діаметра частинок критична швидкість вітру знову починає зростати (рис. 11). Це явище пов'язане із збільшенням сил зчеплення між дрібними частинками.

Різною критичною швидкістю вітру для частинок різного діаметра пояснюється сортування мінеральних частинок за їх діаметром в аридних районах. Це сортування призводить до утворення

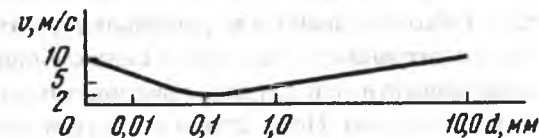


Рис. 11. Залежність критичної швидкості вітру на висоті 100 см від діаметра частинок ґрунту

піщаних і глинистих пустель, а також лесових відкладень на територіях, що оточують пустелі. Прикладом можуть бути пустелі Середньої Азії. Сортування відкладень за гранулометричним складом на піски та глини пояснюється тим, що при переважаючій швидкості вітрів у Каракумах від 2 до 5 м/с на місці залишаються частинки діаметром менше 0,01 і більше 1 мм, а крупнопилуваті – 0,01-0,05 мм в діаметрі – виносяться з території на велику відстань (на сотні і тисячі кілометрів) й осідають у вигляді лесів. Внаслідок такого сортування утворилися відкладення лесів на периферії пустель. При сильних вітрах частинки, крупніші за 0,5 мм, перемішуються на незначну відстань, утворюючи піщані бугри та бархани, а дрібні глинисті частинки через велику силу зчеплення утворюють щільні кірки й залишаються на місці між буграми. Вони можуть переміщуватися лише з водними потоками в найбільш понижених місцях. Це явище спостерігається в період весняних та осінніх дощів. Саме таким шляхом на місці розливів мутних потоків утворюються такири – глинисті відкладення з плоскою поверхнею. У перезволоженому стані такирна маса не зазнає руйнівної дії вітру, а висушені такири ніби цементуються і не піддаються дефляції. Саме з цими властивостями пов'язане стійке співіснування в пустелях такирів і рухливих піщаних ґрунтів. Проте, у нашій країні немає таких контрастних умов з різкою зміною висушування та зволоження, а поверхня ґрунту покрита рос-

линністю. Завдяки цьому різкої диференціації ґрунтів за гранулометричним складом (на глинисті й піщані) відповідно до форми рельєфу не спостерігається. Тому на практиці при розрахунку критичної швидкості вітру специфічну поведінку частинок ґрунту діаметром менше 0,01 мм не беруть до уваги, а розрахунки ведуть за середнім діаметром частинок.

Частинки ґрунту діаметром до 1 мм вважаються ерозійно небезпечними, а понад 1 мм – вітростійкими, ґрунтозахисними. Стійкість ґрунту проти вітрової ерозії можна оцінити за грудочкуватістю поверхні, тобто за кількістю вітростійких агрегатів. При вмісті їх до 50 % від маси повітряно-сухого ґрунту виникає процес видування, що дає підстави вважати цей ступінь грудочкуватості критичним, тобто ерозійно небезпечним. Поріг стійкості ґрунту проти вітрової ерозії, якщо на його поверхні немає післяжнивних решток, настає при ступені грудочкуватості в межах 50-55 % і співвідношенні у верхньому шарі ґрунту ґрунтозахисних та ерозійно небезпечних агрегатів 1:1.

За даними О.І. Бараєва (1977), кількість стерні, необхідної для захисту ґрунту від вітрової ерозії, залежить від вмісту агрегатів діаметром понад 1 мм у шарі ґрунту 0-5 см (табл. 20).

Таблиця 20 – Кількість стерні, необхідної для захисту ґрунту від дефляції, залежно від ступеня розпорошеності верхнього шару

Вміст агрегатів діаметром понад 1 мм у шарі ґрунту 0-5 см, %	Кількість стернини на 1 м ² , шт.
50	75-100
40	150-200
30	250-300
20	Понад 300

Отже, дефляція залежить від ступеня розпорошення верхнього шару ґрунту і швидкості вітру. Сильне розпорошення верхнього 5-сантиметрового шару ґрунту, як правило, спричинюється надмірно інтенсивним механічним обробітком і перетиранням ґрунтових частинок ходовими системами тракторів, комбайнів та автомобілів під час проведення польових робіт.

Слід зазначити, що дефляційна стійкість частинок залежить не тільки від їх розміру, а й від щільності, яку визначають за їх мінералогічним складом (табл. 21).

Таблиця 21 – Критична швидкість вітру для мінералів з різною щільністю (діаметр частинок – 0,25 мм)

Мінерал	Щільність, г/см ³	Критична швидкість вітру, м/с
Гіпс	2.30	3.7
Польові шпати	2.60	4.0
Кварц	2.65	4.0
Слюда	2.85	4.2
Рогова обманка	3.17	4.4

Мінерали, які переважають у ґрунтах (кварц і польові шпати), за щільністю різняться незначною мірою, тому при розрахунках ці відмінності не беруть до уваги, а за критичну швидкість вітру для мінеральної маси ґрунтів беруть 4 м/с.

Доведено, що дефляційна стійкість частинок залежить і від вмісту в ґрунті органічної речовини – гумусу, щільність якого значно менша, ніж мінералів. Через це швидкість дефляції ґрунтів з дуже високим вмістом гумусу може зростати. Особливо швидко руйнуються вітром осушені торф'яники, які після розорювання інтенсивно розвіюються.

Дефляція на торф'яних ґрунтах Полісся виявляється навесні й на початку літа, рідко – восени. Сприяють їй сильні вітри, мала кількість опадів, низька відносна вологість повітря, слабо розвинений покрив сільськогосподарських культур. Вітрова ерозія починається при швидкості вітру на висоті флюгера 8 м/с і більше; такі вітри переважають навесні і восени. Дефляція звичайно має локальний характер: виявляється на окремих полях. Проте, при більш сильних вітрах виникають пилові бурі, що охоплюють великі території і тривають протягом декількох діб. Більшість ґрунтових частинок має діаметр до 1 мм. Причому, 90 % дрібнозему, який виноситься з полів, переміщується на висоті до 40 см від поверхні ґрунту.

Частіше зазнають дефляції поля просапних культур, меншою мірою – ярих зернових і ще менше – озимих. Багаторічні трави надійно захищають ґрунт від дефляції. У сівозміні, де озимі займають три поля, ярі зернові – два, трави – два і просапні культури – три, середній щорічний вилучений торфу становить близько 1 т/га (Толчельников Ю.С., 1990).

Ступінь розвитку дефляції ґрунтів залежить від багатьох факторів (рис. 12), серед яких одним з основних є клімат. Залежність вітрової

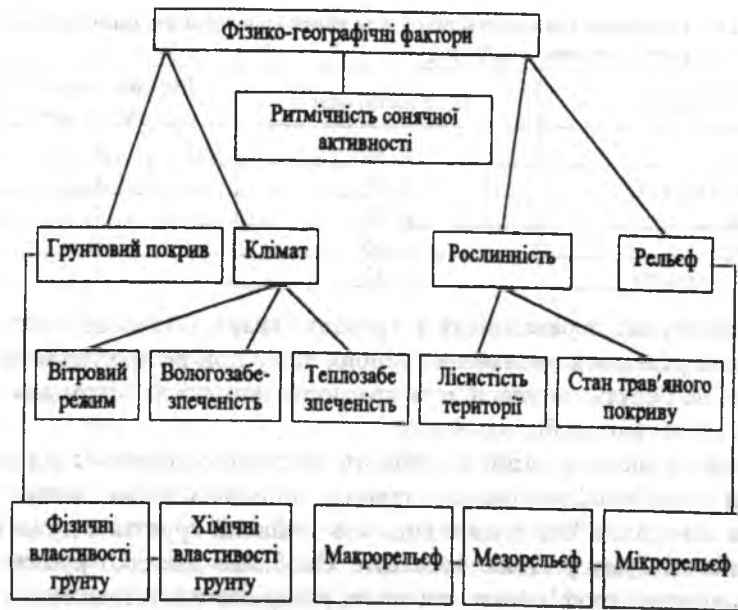


Рис. 12. Основні фактори розвитку дефляції ґрунтів

ерозії ґрунтів від клімату простежується дуже чітко і пов'язана з кількістю опадів (із зволоженням ґрунтів) і температурою, які в сукупності визначають ступінь посушливості клімату. Із зростанням посу-

шливості клімату і зменшенням зволоженості території інтенсивність дефляції ґрунтів підвищується.

Отже, дефляція ґрунтів має зональний характер. Показником зволоженості території є індекс зволоженості K_3 – відношення кількості атмосферних опадів (P) до випаровуваності (E), тобто $K_3 = \frac{P}{E}$. Величина, обернена зволоженості, називається індексом сухості, тобто $K_c = \frac{E}{P}$.

За значенням індексу зволоженості виділяють такі пояси потенційно можливої вітрової ерозії: $K_3 \geq 1$ – пояс, де не буває дефляції; $K_3 = 1-0,3$ – пояс можливої дефляції; $K_3 \leq 0,3$ – пояс сильно вираженої дефляції.

Дефляція значною мірою залежить від швидкості вітру. Кліматичний фактор ($K\Phi$) дефляції ґрунтів у цілому (температура, вологість, швидкість вітру) характеризується таким рівнянням:

$$K\Phi = \frac{34,483V^3}{(P-E)^2},$$

де V – швидкість вітру; $(P-E)$ – зволоженість території, що дорівнює різниці між кількістю опадів P і випаровуванням E .

У лісостеповій зоні ця різниця невелика, тому нею інколи нехтують, обчислюючи дію кліматичного фактора ерозії за формулою:

$$K\Phi = 34,483V^3.$$

Швидкість вітру є одним з найбільш сильних факторів дефляції ґрунтів. Оскільки кінетична енергія вітру прямо пропорційна кубу його швидкості, дефляційна робота вітру при його швидкості, наприклад 4 м/с, перевищуватиме роботу вітру зі швидкістю 2 м/с не в 2, а у 8 разів.

Залежність кількості переміщеного ґрунту Q (г/см) від швидкості вітру, за У. Чепілом, вираховується за формулою:

$$Q = C \frac{P}{g} V^3,$$

де C – константа даного ґрунту, яка залежить від його гранулометричного складу і структурного стану та шорсткості поверхні; P – щільність повітря, г/см³; g – сила гравітації, см/с²; V – швидкість вітру, см/с.

Отже, із збільшенням швидкості вітру після досягнення нею критичного значення руйнівна енергія зростає надзвичайно швидко (табл. 22).

Таблиця 22 – Кількість еолового матеріалу, що переноситься через фронт шириною 100 м на темно-каштанових супіщаних ґрунтах, і його розподіл у приземному шарі повітря (Смирнова Л. Ф., 1985)

Висота над поверхнею ґрунту, см	Кількість еолового матеріалу, що виноситься при швидкості вітру, м/с							
	3,5		4,5		6		7	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
0-5	369	92	891	67	1656	70	4680	68
5-10	21	5	266	20	349	15	1748	25
10-15	6	2	107	8	254	11	288	4
15-20	1	1	34	3	67	3	145	2
20-25	0,5	-	22	2	12	1	45	1
0-25	397,5	100	1320	100	2338	100	6906	100

Масове переміщення вітром дрібнозему, що зноситься з ґрунту, називається *вітропіщаним потоком еолового матеріалу*. Як видно з таблиці 22, більшість матеріалу (до 90 %) переноситься в приземному шарі повітря на висоті до 10 см. Кількість перенесеного вітром матеріалу зменшується із збільшенням висоти. Вміст у повітрі мінеральних частинок називається *несучою здатністю вітропіщаного потоку*.

У міру віддалення від краю дефлюючого поля вітропіщаний потік дедалі більше насичується дрібноземом. Таке насичення не безмежне, а відбувається до певного значення. Максимальне насичення вітропіщаного потоку, як зазначає Ю.С.Толчельников (1990), становить 36,2 т/га за годину. Це значення є постійним для кожного типу ґрунту. Після досягнення насичення вітропіщаного потоку матеріал випадає в осад, тому на дефльованому полі ділянки знесення ґрунту чергуються з ділянками наносів. Відстань, на якій відбуваються насичення і розвантаження піщаного потоку, для ґрунтів різного гранулометричного складу є різною і становить: для глинистих – 2000 м, важкосуглинкових – 1500, середньосуглинкових – 1000, легкосуглинкових – 500, супіщаних – 250 м.

Еоловий матеріал у межах вітропіщаного потоку переміщується по-різному. Розрізняють 5 типів переміщення частинок ґрунту, що

відповідають певним формам дефляції: *ефлюкція* – пересування середньопилуватих частинок (0,1-0,5 мм) волочинням та стрибкоподібно; *екструзія* – пересування більш крупних частинок (агрегатів) перекочуванням за рахунок ударів (бомбардування) дрібними частинками; *детрузія* – зсування, зісковзування з підвищених мікроділянок (брил, валиків, гребенів); *ефляція* – пересування за рахунок підймання в повітря; *абразія* – руйнування грудочок від ударів більш дрібними частинками.

Рельєф. На відміну від ерозії, дефляція спостерігається як на схилах, так і на рівних ділянках. Аналізуючи вплив рельєфу на дефляцію, слід розглядати його макро-, мезо- і мікроформи.

Макрорельєф (гірські хребти, височини) захищає ґрунти від вітрів одних напрямів і різко посилює енергію дії вітрів інших напрямів. Наприклад, у Туркменістані територія підгірської рівнини Копетдагу, розміщена між гірськими хребтами Великий Балхан і Малий Балхан, захищена від вітрів північного і південного, і зовсім не прикрита від впливу вітрів західного й східного напрямів. Потоки повітря, які надходять у горловину між хребтами із заходу або сходу, ущільнюються і внаслідок цього досягають тут величезної швидкості, спричинюючи розвіювання і сортування пролювіальних відкладень, які надходять зі схилів. Саме через сильні західні і східні вітри ця територія дістала назву Міжбалханського коридора.

Добре відомий переважанням західних і східних вітрів Армавірський коридор. Він має вигляд рівнини, яка простягається між Ставропольською височиною і Донецьким кряжем. Явища подібні до тих, що відбуваються у зазначених областях, спостерігаються і у великих річкових долинах.

У гірських масивах можлива зміна напрямку вітрів протягом доби: вдень вітер дме у бік гір, уночі – вниз із гірських схилів. Це явище також стимулює дефляцію ґрунтів.

Мезорельєф (перевищення від 1-5 до 30-50 м) істотно впливає на дефляцію ґрунтів різних ділянок окремих полів. Він зумовлює більш інтенсивну дефляцію вітроударних схилів, які характеризуються різким збільшенням розвіваючої сили вітрового потоку, і меншу дефляцію на завітряних схилах, де швидкість і несуча здатність вітру зменшуються і відбувається відкладання еолового матеріалу. Особливо сильна дефлююча дія вітрового потоку на ґрун-

ти виявляється на верхніх частинах схилів та вершинах пагорбів і бровках річкових долин.

Вплив рельєфу на повітряний потік підпорядкований законам аеродинаміки, згідно з якими форми мезо-, мікро-, і нанорельєфу є елементами шорсткості, які справляють гальмівну дію на повітряний потік. Тому швидкість вітру біля поверхні ґрунтів нижча, ніж на деякій відстані від неї.

Зміни швидкості вітру із збільшенням висоти над кожним елементом рельєфу різні. Мікронерівності впливають на повітряний потік на невеликій висоті, тоді як великі перешкоди викликають зміни швидкості великих шарів повітряного потоку.

Мікрорельєф, лісосмуги та інші перешкоди впливають на приземний шар повітряного потоку так: угору по схилу, в напрямі руху повітряного потоку, швидкість вітру і його несуча здатність зростають, униз по схилу – знижуються. Це пояснюється зменшенням живого перерізу повітряного потоку, що рухається до верхньої частини схилу, і зменшенням його перерізу при русі вниз по схилу. Через це навітряні схили, особливо їх верхні частини, виявляються сильно дефльованими, а завітряні – не порушені дефляційними процесами.

З цієї ж причини в районах горбисто-улоговинних пісків вітровий потік, що піднімає частинки піску з днищ улоговин видування, із дедалі зростаючою силою піднімає їх до схилу пагорбів, а досягнувши вершини, змінює напрям на горизонтальний і знову збільшує живий переріз. Внаслідок цього вітер тут різко втрачає швидкість і несучу здатність та розвантажує піщаний матеріал на вершині пагорба і верхній частині завітряного схилу. Цим явищем пояснюється наявність горбисто-улоговинного рельєфу, елементи якого не тільки руйнуються, а й безперервно ростуть. Із збільшенням швидкості вітру у верхній частині навітряного схилу дефльованість ґрунтів зростає від підніжжя позитивних форм рельєфу до їх вершини, тоді як здатність ґрунтів до водної ерозії в цьому напрямі зменшується. Більш сильна дефльованість вершин мезорельєфу пояснюється також більшою висушеністю на них ґрунтів і зрідженістю рослинного покриву.

Мікрорельєф і нанорельєф, незважаючи на малі розміри їх елементів, істотно впливають на дефляцію ґрунтів. Їх дія на дефляцію пов'язана із впливом на швидкість вітру в приземному шарі

повітря. Взаємодія їх з повітряним потоком подібна до впливу інших елементів шорсткості поверхні: агрегатів ґрунтової структури, стерні, сходів рослин та ін. Біля поверхні гребенистої ріллі швидкість вітру в 3,5 рази нижча, ніж поблизу прикоткованого ґрунту. Внаслідок зниження швидкості вітрового потоку елементами поверхні польових угідь (гребені, мікроборозни та ін.) дефляція ґрунтів, на яких були проведені спеціальні заходи механічного обробітку, різко зменшується.

Елементи мікрорельєфу чинять опір вітровому потоку, що призводить до утворення із завітряної сторони вихорів, які з часом розсіюються. Внаслідок цього частина кінетичної енергії повітряного потоку після взаємодії з виступами мікро- і нанорельєфу (гребені, брили, грудки) переходить у теплову, частина її витрачається на роботу, пов'язану з відривом і переміщенням частинок ґрунту в мікроборозни між гребенями на зораному полі.

Роль мікро- і нанорельєфу, створюваного полицевими знаряддями, в захисті ґрунтів від дефляції полягає в осадженні дрібнозему, що переноситься по полю. Це явище спостерігається, коли швидкість повітряного потоку поблизу вершини гребеня ріллі чи іншого виступу лише дещо перевищує критичну силу опору ґрунту дефляції. Коли критична енергія опору ґрунту дефляції лише дещо перевищує критичну силу повітряного потоку, дрібнозем з вершин гребенів ріллі надходить в пониження між ними й осідає там.

У цьому випадку дефляційне перенесення матеріалу з ріллі не відбувається. При сильному вітрі гребені ріллі не можуть протистояти розвіваючій силі вітру і захистити ґрунт від перенесення матеріалу. Дрібнозем не осідає між гребенями ріллі і в разі їх руйнування зноситься з поля, тобто відбувається дефляція ґрунтів.

Ерозія і дефляція часто виявляються на одних і тих самих масивах ріллі, особливо на підвищених ділянках – бровках долин, випуклих частинах схилів. Це пояснюється не тільки великою вітроударною силою повітряного потоку, який ущільнюється на схилах підвищень, а й більшою податливістю еродованих ґрунтів дефляції. Саме з цим явищем пов'язаний той факт, що, незважаючи на велику розмивну силу потоку води в нижніх частинах довгих схилів, найбільш еродованими ґрунти бувають на вершинах позитивних форм рельєфу.

Найпотужнішим протиерозійним фактором є рослинність. На грунтах, покритих цілинною рослинністю, дефляції практично не буває. Позитивний вплив рослинності виявляється в тому, що вона знижує швидкість вітру в приземному шарі повітря, очищає повітряний потік від мінеральних частинок і позбавляє їх бомбардуючої енергії, скріплює ґрунт корінням. Деревна рослинність запобігає дефляції повністю, трав'яниста – різко знижує. Деревні насадження охороняють ґрунт від дефляції не тільки на території їх розміщення, а й, знижуючи швидкість вітру, на деякій відстані від місця росту. З урахуванням цього й формуються системи полезахисних лісосмуг.

Захисна дія трав'янистої рослинності поширюється на меншу відстань, ніж деревних насаджень. Головне полезахисне призначення полів з посівами трав полягає в запобіганні дефляції ґрунтів на зайнятій ними території. Чим густіший трав'янистий покрив, чим потужніша коренева система трав і більша їх висота, тим краще трави захищають ґрунт від дефляції.

Доведено, що швидкість дефляції ґрунтів залежить від багатьох факторів, пов'язаних із властивостями самих ґрунтів, і насамперед від тих, які впливають на їх вітростійкість.

Вітростійкість ґрунтів – це властивість, обернена дефльованості (схильності до дефляції). Вона характеризується критичною швидкістю вітру, за якої починається перенесення ґрунтових частинок, а також кількістю еолового матеріалу, що переноситься у вітропіщаному потоці за одиницю часу. Вітростійкість поверхні ґрунту визначають за формулою:

$$Q = 10^{a-bK-cS},$$

де Q – еродованість, г за 5 хвилин експозиції; K – грудочкуватість шару 0-5 см; S – кількість умовної стерні, екз/м²; a, b, c , – коефіцієнти регресії, значення яких знаходяться в таких межах: a – 3,2-4; b – 0,02-0,04; c – 0,002-0,005.

Вітростійкість ґрунтів пов'язана передусім з їх гранулометричним та агрегатним складом, вмістом карбонатів, складом вбирних основ, солонцюватістю. Вітростійкість різних фракцій гранулометричного складу є неоднаковою. Підвищення вмісту мулу збільшує водотривкість агрегатів і вітростійкість ґрунтів, середньо- і крупнопилуваті фракції помітно не впливають на вітростійкість, а пісок справляє на неї негативну дію (рис. 13).

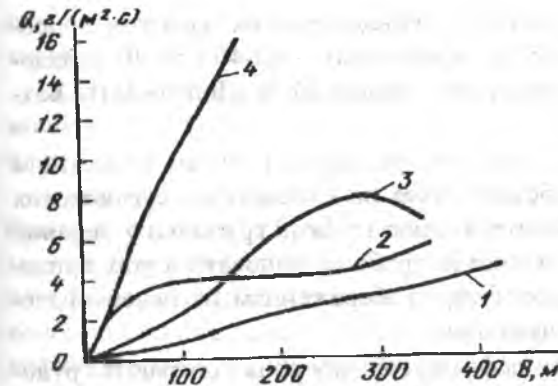


Рис. 13. Інтенсивність видування ґрунтів Q різного гранулометричного складу залежно від ширини дефлюючого поля B : 1 – важка глина; 2 – легкий суглинок; 3 – важкий суглинок; 4 – супісок

Кількісний взаємозв'язок між цими показниками видно з рівняння:

$$\Pi = 5 \cdot 10^{-4} (22,0 - 0,1x_1) \cdot (15,0 + 0,9x_2) \cdot \left(11,0 + \frac{1,2 + 1,8K^2 - 6,0K}{K} \right) \cdot (8,0 + 0,5H),$$

де Π – показник руйнування вітростійких агрегатів, %; x_1 – вміст фракцій мулу і дрібного піску (0,005 мм), %; x_2 – вміст фракцій піску у ґрунті (0,05 мм), %; K – вміст карбонатів кальцію, %; H – вміст гумусу, %.

За допомогою аналізу частоти та інтенсивності прояву вітроерозійних процесів на грунтах з різними показниками руйнування виявлено тісну пряму взаємозалежність між ними ($r = -0,92 \pm 0,07$), яку можна використовувати для діагностики ґрунтів щодо їх схильності до дефляції (Лавровський А.Б., 1986).

Залежність вітростійкості ґрунтів від гранулометричного складу виражають рівнянням:

$$S = 34,7 + 0,9x_1 - 0,3x_2 - 0,4x_3,$$

де S – вітростійкість ґрунтового агрегату, %; x_1 – вміст мулу (частинки < 0,001 мм), %; x_2 – вміст дрібної піщаної фракції (частинки 0,05-0,25 мм), %; x_3 – вміст середньої і крупної піщаної фракції (частинки 0,25-3 мм), %.

Порогова швидкість вітру дуже залежить від структурного стану ґрунтів. Чим краща структура ґрунту, тим більше він містить агрономічно цінних грудочкувато-зернистих (діаметром 0,25-10 мм) і менше пилуватих (діаметром менше 0,25) частинок. У цілому ґрунт оптимального структурного стану містить 80 % повітряно-сухих агрегатів

Під впливом погодних умов, а також механічних обробіток поступово змінюється грудочкуватість верхнього шару ґрунту. Показник здатності вітростійких агрегатів до руйнування (Π) є відносною інтегральною характеристикою впливу властивостей ґрунтового покриву на утворення і збереження грудочкуватості.

розміром 0,25-10 мм, 70 % маси ґрунту водотривких агрегатів, добро-го – відповідно 60-80 і 70-55 %, задовільного – 60-40 і 55-40, незадовільного – 40-20 і 40-20 і поганого – менше 20 % (Долгов С.И., Бахтин П.У., 1980).

Утворення вітростійких грудочок розміром 1-10 мм обробітком фізично спілого ґрунту забезпечується на глинистих і суглинкових ґрунтах. Не можуть утворюватися стійкі і зв'язні грудочки у піщаних і супіщаних ґрунтах, тому захист їх треба здійснювати в усіх випадках тільки за допомогою обробітку із збереженням на поверхні післяжнивних решток та мульчуванням.

У стійкості ґрунтів проти дефляції головну роль відіграють грудочкуватість верхнього (0-5 см) шару, міцність стійких проти видування агрегатів розміром понад 1 мм і кількість умовної стерні на поверхні. Для більшості ґрунтів при вмісті у верхньому (0-5 см) шарі грудочок діаметром більш як 1 мм понад 60 % від його сухої маси останні досить стійкі проти видування і сильно розвіюються, якщо їх менше 50 %.

Слід зазначити, що після зяблевого обробітку грудочкуватість верхнього шару більшості суглинкових ґрунтів становить 60-80%. Наприкінці зими і навесні під впливом змін погоди (промерзання, відтавання, зволоження, висушування) агрегати ґрунту швидко руйнуються до дефляційно небезпечних розмірів. Грудочкуватість знижується до 30-40 %. За таких умов для запобігання видуванню потрібно на кожний відсоток зниження грудочкуватості верхнього шару ґрунту мати додатково 8-10 стернинок на 1 м² поверхні поля умовної стерні. З практичної точки зору це має становити не менше як 200 шт./м², або 0,4-0,5 кг/м² післяжнивних решток зернових колосових, 0,75-1,20 кг/м² соняшнику чи кукурудзи (Пабат І.А., 1992)

Склад вбирних основ також значною мірою впливає на протиерозійну стійкість ґрунтів. Ґрунти з вбирним комплексом, який насичений катіонами кальцію, характеризується середньою опірністю вітру. Ґрунти, вбирний комплекс яких насичений катіонами натрію, мають велику здатність до набухання у вологому стані і до утворення зливої брилистої структури при наступному висушуванні. Такі солонцюваті ґрунти більш дефляційно стійкі, проте, малостійкі проти водної ерозії.

Вміст легкорозчинних солей у ґрунті зменшує стійкість його проти дефляції. Наприклад, легкорозчинна сіль Na₂SO₄•10H₂O при кристалізації приєднує 10 молекул води. Кристали таких солей різко збі-

льшуються в об'ємі і сильно розсувають частинки ґрунту, поверхня якого стає розпушеною, здатною до дефляції.

Жителям південних районів країни добре відоме явище, коли на місці пухких солончаків утворюються глибокі засолені котловини – шори.

Інтенсивність дефляції залежить і від вмісту вологи у ґрунті. Найбільш інтенсивної дефляції зазнають сухі ґрунти, вологість яких близька до величини максимальної гігроскопічності. При збільшенні вологості дефльованість ґрунтів знижується, а при досягненні ґрунтом вологості, що відповідає найменшій (польовій) вологоємкості (НВ), дефляція практично припиняється.

Вплив дефляції на склад і властивості ґрунту. При дефляції ґрунтів зменшується товщина гумусового горизонту, а в разі сильної дефляції – і потужність усього ґрунтового профілю. На різних ділянках поля вітром зноситься різна кількість ґрунту. Тому на одному й тому ж полі є сильно-, середньо- і слабкодефльовані ділянки. Потужність гумусового горизонту при слабкій дефляції чорнозему скорочується менше як на 10 %, при середній – на 10-20 % і при сильній – більш як на 20 %.

Розвіювання ґрунту відбувається швидко. Як зазначає Ю.С.Толчельников (1990), у Північному Казахстані за 10 років внаслідок дефляції було знесено шар темно-каштанового ґрунту 20 см завтовшки, маса якого становила понад 4000 т/га. Крім того, шар потужністю 5 см був перевіяний на місці дефльованої ділянки.

З розвитком дефляції спочатку зноситься горизонт А₁ і оголюється горизонт В₁, а потім здувається горизонт В₂. При сильній дефляції можуть повністю зруйнуватися ґрунтовий покрив і оголитися ґрунтоутворна порода. Сильна дефляція змінює увесь вигляд земельних масивів і властивості ґрунтів. Рівні ділянки при сильному розвитку дефляції покриваються “видувами” (ямами глибиною 20-100 см) в одних місцях і горбами наносів в інших. Однорідність ґрунтового покриву порушується з утворенням дефльованих різновидів з укороченим профілем та похованих ґрунтів на місці наносів.

У процесі дефляції ґрунтів, перенесення і відкладання дрібнозему відбувається сортування мінеральних частинок (рис.14). Частинки діаметром до 0,1 мм переносяться в повітряному потоці на інші ділянки, крупніші (понад 0,5 мм) залишаються на поверхні, а розміром від 0,1

до 0,5 мм переносяться стрибкоподібно по поверхні. Вони мігрують у межах дефльованої ділянки поля й утворюють тут еолові смуги. Дефляція ґрунтів важкого гранулометричного складу призводить до руйнування вітром великих структурних окремоостей до мікроагрегатів і елементарних частинок, погіршуючи цим структурний склад ґрунту.

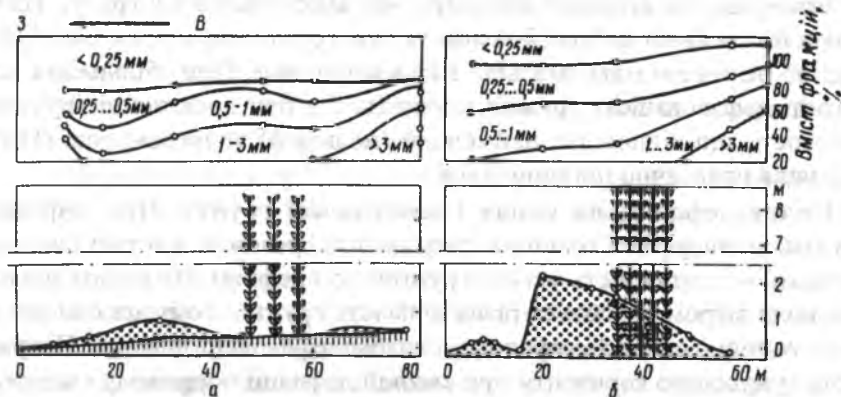


Рис. 14. Сортування еолового матеріалу при зустрічі вітропіщаного потоку з лісосмугами різної конструкції: склад відкладень на різній відстані від продувної (а) і слабопродувної (б) лісових смуг

Внаслідок того, що дефляція виявляється при досягненні вітром певної швидкості, з ґрунтів виносяться мікроагрегати певного розміру і нагромаджуються мікроагрегати іншої крупності. На ґрунтах важкого гранулометричного складу руйнуються крупні агрегати, виносяться пилюваті частини і збільшується вміст мікроагрегатів. У цілому вітер пошарово зносить частинки розміром менше критичного (до 1 мм). При швидкості вітру понад 20 м/с зносяться і більш крупні агрегати – розміром 3-5 мм. Чим крупніші вітростійкі агрегати, тим більша стійкість ґрунту проти дефляції. Коефіцієнт вітростійкості (K) виражають відношенням маси агрегатів розміром понад 1 мм до маси частинок діаметром менше 1 мм. Із збільшенням ступеня дефльованості ґрунтів це співвідношення зменшується. Для цілинних чорноземів і темно-каштанових ґрунтів коефіцієнт вітростійкості становить 4-4,5.

У дефльованих ґрунтах важкого гранулометричного складу, незважаючи на незначну зміну мікроагрегатного складу, водотривкість агрегатів зменшується в сотні разів. Це пояснюється тим, що крупні

агрегати дефльованих ґрунтів руйнуються до пилюватих частинок. При зволоженні цих ґрунтів атмосферними опадами і наступному висушуванні відбувається їх склеювання колоїдами в структурні окремості. Проте, при першому ж зволоженні такі свіжоутворені грудочки виявляються зруйнованими через пептизацію клеючої речовини.

Агрегатний склад еолових наносів, що утворюються внаслідок дефляції ґрунтів, на різних ділянках поля різний і залежить від виду цих ґрунтів, перепонові вітровому потоку, віддаленості від перепонов, які осаджують ґрунтовий матеріал.

Так, у дослідях Л.Ф. Смирнової (1985), при дефляції карбонатного чорнозему на місці лісосмуг слабопродувної конструкції і безпосередньо за лісосмугою спостерігалися відкладення дрібнозему, які мали вигляд валу висотою до 4 м. Якщо на полі є лісосмути, відсортований матеріал, що переноситься вітром, відкладається у вигляді валів у лісосмугах і безпосередньо за ними, у вітровій тіні. Уміст агрегатів різного розміру в ґрунті, що залишився на місці видування, і в еоловому наносі неоднаковий. У поверхневому шарі ґрунту, що зазнає дефляції, міститься до 60 % агрегатів діаметром понад 3 мм і всього близько 30 % агрегатів діаметром від 3 до 1 мм. В еолових наносах агрегатів розміром понад 3 мм майже немає. Більшість наносів у смугі і поблизу неї складаються з агрегатів фракцій 0,5 і 1-3 мм. При віддаленні від лісосмути у складі агрегатів еолових наносів збільшується вміст фракцій 0,25-0,5 мм при одночасному різкому зменшенні вмісту крупних агрегатів (1-3 мм).

Незважаючи на великі зміни структурного стану, гранулометричний склад важких дефльованих ґрунтів практично не змінюється, оскільки в них агрегати різного розміру мають близький гранулометричний склад.

При дефляції легких ґрунтів (супіщаних і легкосуглинкових) з поверхневого шару виносяться дрібні агрегати й елементарні частинки розміром менше 0,1 мм. Через селективне винесення тонких мінеральних частинок легкі ґрунти при дефляції опіщанюються. Відносна опіщаненість їх тим вища, чим легший їх гранулометричний склад. При сильній опіщаненості втрати фізичної глини в супіщаних ґрунтах становлять 35%, у піщаних – до 50%. У сильнодефльованих ґрунтах гранулометричний склад змінюється на одну градацію класифікації Качинського, тобто супіщані ґрунти переходять у зв'язані піща-

ні, а останні – у пухкі піщані. Крім того, чим далі пересувається еоловий шар від місця дефляції, тим більшою мірою він сортується і опіщанюється.

Істотних несприятливих змін для рослин зазнають унаслідок дефляції і водно-фізичні властивості ґрунтів. І без того низька водоутримуюча здатність легких ґрунтів при дефляції різко зменшується. У зв'язку з цим знижуються показники максимальної гігроскопічної вологи, повної вологемкості, найменшої польової вологемкості, вологості в'янення, діапазон активної вологи ґрунтів.

У міру знесення однорідного, з доброю зернистою структурою орного шару і верхньої частини перехідного до породи горизонту щільність будови чорноземних дефльованих ґрунтів зростає, досягаючи 1,6-1,7 г/см³ при одночасному зменшенні загальної пористості і пористої аерації. Ділянки сильнодефльованих ґрунтів з оголеним перехідним горизонтом унаслідок їх несприятливих водно-фізичних властивостей не можна використовувати під сільськогосподарські культури. Деревна рослинність також погано розвивається на них.

На дефльованих ґрунтах різко погіршується водно-повітряний режим, зменшуються запаси доступної вологи. Внаслідок високої щільності дефльованих ґрунтів волога, що надходить до них, швидше витрачається на фізичне випаровування.

Ще одна несприятлива особливість дефльованих ґрунтів полягає в тому, що знижується критична швидкість вітру, яка призводить до їх розвіювання. Так, для супіщаних ґрунтів цей показник знижується на 25-30 %.

При дефляції змінюється хімічний склад ґрунтів через те, що в агрегатах, які виносяться в першу чергу (діаметром менше 0,1 мм), міститься більшість гумусу, карбонатів, елементів живлення рослин та фізичної глини. Тому дефляція збіднює ґрунти на ці сполуки.

У дефльованих ґрунтах найбільш помітним є зменшення вмісту гумусу. Втрати його з поверхневого шару дефльованих ґрунтів зростають у міру того, як їх гранулометричний склад стає більш легким. Це пояснюється тим, що найбільше гумусу міститься у найтонших фракціях, які з легких ґрунтів виносяться у відносно більшій кількості. Крім того, гумус має меншу питому масу, ніж мінеральна частина ґрунту, і гумусовані частинки виносяться вітром з меншою швидкістю. Зменшення вмісту гумусу при дефляції пов'язане також і з тим,

що в сильноеродованих ґрунтах, які оголюються, гумусові сполуки швидше окислюються.

У гумусі еродованих ґрунтів зростає відносний вміст фульвокислот унаслідок оголення нижніх горизонтів, які містять відносно більшу кількість їх, ніж верхні. Разом з гумусом і мінеральними колоїдами з ґрунтів виносяться елементи живлення рослин. Через це орний шар супіщаних ґрунтів втрачає 15-18 % фосфору й азоту, до 8 % калію від їх початкового вмісту (Толчельников Ю.С., 1990). Змінюється також співвідношення вмісту різних мінералів. У валовому складі збільшується вміст кремнезему і зменшується вміст заліза та алюмінію. Причиною цього є зниження у процесі дефляції вмісту мулистої фракції, до складу якої входить багато заліза й алюмінію. Внаслідок цього ґрунти збіднюються на набухаючі високодисперсні мінеральні компоненти.

У разі знесення верхніх горизонтів звичайних чорноземів в орний шар потрапляє частина карбонатного горизонту, і вони з некарбонатних переходять у карбонатні чорноземи. Крім того, із середньопотужних і потужних утворюються малопотужні чорноземи. Солонцюваті чорноземи перетворюються на солонцево-солончакуваті, оскільки ближче до поверхні виявляється засолений горизонт.

Матеріал, що утворюється після дефляції, зноситься в пониження рельєфу або відкладається на інших ділянках поля внаслідок перенасичення потоку повітря піщаними фракціями ґрунту. Як уже зазначалося, матеріал, що утворюється при дефляції важких ґрунтів, за складом і фізичними властивостями мало відрізняється від вихідного ґрунту, що зазнав дефляції. З часом він оструктурується і при закріпленні рослинністю не відрізняється від вихідного ґрунту за родючістю.

Інші властивості мають відкладення, що утворилися багаторазовим перевіюванням ґрунтів легкого гранулометричного складу. У цьому разі ґрунт ще більше опіщанюється і втрачає родючість. Його орний шар стає несприятливим для росту рослинності. Нижня частина ґрунтового профілю, перекритого еоловим матеріалом, зберігає всі особливості вихідного ґрунту, який переходить у розряд похованих ґрунтів. За малої потужності еолового матеріалу, коли кореневі системи сільськогосподарських культур досягають похованого ґрунту, останній зберігає властивості середовища, яке забезпечує живлення рослин. Коли похований ґрунт перекритий потужним шаром відкла-

день, кореневі системи рослин не досягають його, і він не впливає на ріст і розвиток посівів. Родючість таких ґрунтів цілком визначається властивостями еолових наносів.

1.3.2. Класифікація дефльованих ґрунтів і районування території України за загрозою прояву дефляційних процесів

Для більш ефективного використання дефльованих ґрунтів потрібна їх детальна класифікація за такими ознаками, як дефльованість (податливість ґрунтів дефляції при розорюванні), швидкість дефляції на дату обстеження, фактична дефльованість, потужність еолових наносів. Класифікаційні одиниці різних таксономічних рангів повинні давати не тільки уявлення про дефльованість ґрунтів в окремих точках, а й характеристику дефляції ґрунтового покриву в цілому, тобто з урахуванням наявності на ділянці як здутих ґрунтів, так і перекритих еоловими наносами.

Єдина класифікація дефльованих ґрунтів ще й досі не розроблена. Проте, є окремі класифікації, які враховують певні властивості дефльованих ґрунтів. В основу перших класифікацій ґрунтів за ступенем їх дефляції був покладений їх гранулометричний склад. За цією властивістю чорноземні й каштанові ґрунти були поділені на дві групи: дефлюючі (легкі) і малодефлюючі (важкі) ґрунти. Серед дефлюючих (податливих до розвіювання) легких ґрунтів були виділені сильно дефлюючі, які зазнають систематичної дії дефляції, та слабкодефлюючі. Слабкодефлюючі важкі ґрунти, які майже не потребують впровадження на них ґрунтозахисних сівозмін, були віднесені до однієї групи.

Ця класифікація була досить примітивною, умовною та орієнтовною, тому що здійснювалася лише за одним показником і не враховувала багатьох інших властивостей ґрунтів, за якими їх можна відносити до тієї чи іншої групи за ступенем податливості розвіювання.

У сучасних класифікаціях ґрунтів за ступенем дефльованості враховується вміст у них фізичної глини, гумусу, карбонатів, вбирних основ, структурний стан, рельєф та його орієнтованість стосовно північних вітрів, загибель посівів від пилових бур, наявність лісосмуг та ін. Ці ознаки враховані, наприклад, у класифікаціях М.І. Долгілевича (1978) та Л.Ф. Смирнової (1985).

Окремі класифікації розроблені для торфових осушених ґрунтів за ступенем податливості їх щодо дефляції. Основними критеріями поділу при цьому є ступінь розкладання торф'яної маси, потужність торфового шару та його ботанічний склад.

При картуванні ґрунтового покриву за ступенем дефльованості слід виділяти контури, що різняться за рівнем їх зміни під впливом вітру. Виділення цих контурів ускладнюється через їх велику неоднорідність. У їх межах трапляються ділянки видувів ґрунтів, так звані "виразки" дефляції, рівні ділянки здутих ґрунтів та ділянки навіяних еолових наносів. Тому доводиться виділяти комплекси ґрунтів з видувами та еоловими наносами різного ступеня дефльованості. Ділянки, зайняті дефльованими ґрунтами і піщаними відкладеннями, швидко змінюють своє розташування. Необхідно також враховувати глибину і площу видувів. За глибиною їх поділяють на: мілкі (до 30 см), що вирівнюються оранкою, глибокі (30-70 см), які можна вирівняти грейдером, і дуже глибокі (понад 70 см), вирівнювати які механізмами економічно не вигідно.

За площею поширення виділяють поля з мало поширеними (менше 10 %), середньо- (10-25 %), сильно- (25-40 %) і дуже сильно поширеними (більше 40 %) видувами.

За ступенем дефляції дефльовані території можна поділити на п'ять груп.

1. *Слабкодефльовані.* Переважають ділянки з ґрунтами, які зазнали незначної дефляції. Площі їх становлять 75 % території. Потужність еолових наносів не перевищує 5-10 см. Мезорельєф збережений, на поверхні ґрунтів дефльованих ділянок формуються лише вітряні брижі.

2. *Середньодефльовані.* Переважають ділянки із середньодефльованими ґрунтами, які займають 50-75 % території. Трапляється невелика кількість слабкодефльованих ґрунтів, а сильнодефльовані займають до 10 % площі. Потужність еолових наносів – 10-25 см. При збереженні форм первинного мезорельєфу формується грудкуватий мікрорельєф. На середньодефльованих супіщаних ґрунтах можна вирощувати польові культури і плодові насадження. На орних землях з такими ґрунтами треба впроваджувати ґрунтозахисну систему землеробства.

3. *Сильнодефльовані.* Переважають ділянки, дефльовані на глибину 50-70 см, які займають 50-70 % території. Мезорельєф таких ділянок змінюється і стає дрібнобугристим. Розорювати сильнодефльова-

ні землі можна тільки смугами для сівби переважно багаторічних трав. Найефективніший засіб захисту ґрунтів – лісові насадження.

4. *Дуже дефльовані.* На місці родючих ґрунтів поширені середньобугристі піски з глибокими видувами і потужними наносами піску. Амплітуда мезорельєфу – 2-3 м.

5. *Надзвичайно сильнодефльовані.* Ґрунти всієї території перевіяні на бугристі піски з висотою бугрів 3-5 м. Територію можна використати тільки під куртинно-кілкові насадження лісу.

Отже, дефляція ґрунтів зумовлює специфічну структуру ґрунтового покриву, складну комбінацію ґрунтів різного ступеня розвіяності й похованості, змінює мікро- і навіть мезорельєф території.

За частотою та інтенсивністю вітроерозійних процесів територію України поділяють на два великих пояси. *Перший пояс* (потенційно можливого розвитку вітрової ерозії) охоплює зону Українського Полісся, північно-західні та західні райони країни. Південна межа його проходить по лінії Чернівці – Житомир – Суми. Тут пилові бурі бувають дуже рідко (епізодично). Однак, в останні роки посилюється локальний (місцевий) прояв вітрової ерозії на ділянках осушених торфовищ і на ґрунтах легкого гранулометричного складу. Насамперед еродуються фони полищевого зябу відразу після танення снігу, під час заморозків або в суху весну при швидкості вітру понад 3,5 м/с на поверхні ґрунту (8-12 м/с на висоті флюгера).

Другий пояс охоплює решту території країни. Це – район активного прояву вітрової ерозії. Його поділяють на три провінції: Лісостепову, Українську степову провінцію і Чорноморсько-Приазовську. Лісостепова – це провінція із слабкою вітроерозійною активністю. Південна межа її проходить по лінії Кишинів – Кременчук – Харків. Розораність території тут становить 60-80%. Ґрунтовий покрив представлений чорноземними ґрунтами суглинкового гранулометричного складу, сформованими переважно на лесах і лесовидних суглинках. Плями трапляються сірі лісові та дерново-підзолисті ґрунти легкого гранулометричного складу. Тут переважає місцева вітрова ерозія, яка розвивається при швидкості вітру понад 10 м/с. Найбільша кількість активних ерозійно небезпечних вітрів припадає на північно-східні та північно-східні напрями.

В Українській степовій провінції розвиток вітрової ерозії є вираженим. Крім вітрової, тут поширена також водна ерозія. Вони часто

зумовлюють одна одну, формуючи відповідну поверхню ґрунтів. Вітроерозійні процеси спостерігаються здебільшого в зимовий та ранньовесняний періоди року, особливо у безсніжні зими. Днів з пиловими бурями буває 5-25.

Чорноморсько-Приазовська провінція – це район дуже сильного розвитку вітрової ерозії ґрунтів. Днів з пиловими бурями тут буває 20-35 на рік.

Розподіл показників тиску повітря в ерозійно небезпечний період (січень-квітень) свідчить про існування великої баричної осі, яка простягається по лінії Кишинів – Луганськ. По обидва боки від неї панують вітри різних напрямів: на півночі – західні, на півдні – східні та північно-східні, а на південному заході – північно-східні та північні.

Найчастіше пилові бурі виникають тоді, коли на схід від Російської рівнини розміщується потужний антициклон, а циклон знаходиться на заході або південному заході Європи. У цьому випадку на периферії антициклону значно посилюються повітряні потоки. Збільшення швидкості вітру також спостерігається, якщо на півночі та північному сході Європи формуються циклони, а на півдні країни розміщена область зниженого тиску.

В Україні збільшення баричних градієнтів та вітру спостерігається переважно в холодний період року. Влітку сильний вітер (як правило, шквалистий) виникає під час проходження грозових фронтів. Тривалість його – від 2 до 10-12, на півдні та південному сході – до 143 год.

У районі Херсон – Нова Каховка – Мелітополь – Запоріжжя – Нікополь кількість днів з пиловими бурями за рік досягає 40.

У північних та північно-східних районах України пилові бурі бувають один раз на 10 років.

Максимум пилових бур у південних районах припадає звичайно на весну, що зумовлено більш раннім таненням снігового покриву, інтенсивним підвищенням температури і відсутністю зімкнутого травостою. Видування ґрунтів узимку (чорні бурі) відбувається у роки з низькою температурою повітря при слабкому зволоженні ґрунту з осені та відсутності снігового покриву. Їх тривалість коливається від чверті години до кількох діб. Найтриваліші бурі виникають у степовій зоні, особливо у східній її частині. Середня тривалість пилових бур у Донбасі перевищує 10 год, у Лісостепу – 3, на Поліссі – 1 год.

Великої шкоди завдає ґрунтовому покриву місцева вітрова ерозія, що виникає переважно на вітроударних схилах та підвищених елементах рельєфу. Дослідження показали, що на таких елементах рельєфу посилюються вітри невеликої швидкості (менше 6 м/с). Тому локальна (місцева) вітрова ерозія найчастіше виникає при загальній відсутності пилових бур. Прояв її на одній і тій же ділянці протягом кількох років призводить до значної втрати ґрунту.

Згідно з вітроерозійним районуванням, земельні угіддя країни знаходяться у двох великих поясах (1 А і Б) потенційних можливостей розвитку вітроерозійних процесів.

Пояс 1 А (можливого розвитку вітрової ерозії в окремі роки) охоплює зону Українського Полісся, західну частину Лісостепу, Карпати й Закарпаття. Південна межа його проходить по лінії Чернівці – Вінниця – Київ – Суми.

У Карпатах і в Закарпатті вітроерозійних процесів практично немає. У західній частині Лісостепу (Львівська, Івано-Франківська, Тернопільська, Хмельницька, Чернівецька, північна частина Вінницької, південна Рівненської і Волинської областей) вітрова ерозія – явище епізодичне, в середньому трапляється менше одного разу на рік. Проте, локальний прояв вітроерозійних процесів на підвищених елементах рельєфу спостерігається практично щороку, особливо на зябі і посівах цукрових буряків.

На елементах рельєфу, де посилюється швидкість повітряного потоку, необхідно проводити як лісомеліоративні, так і агротехнічні заходи.

На Житомирському і Чернігівському Поліссі найбільш напружений вітровий режим створюється у весняний період. Тут досить часті локальні прояви вітрової ерозії. Найбільш пошкоджуються ділянки осушених торфовищ і ґрунтів легкого гранулометричного складу. Ерозійні процеси починаються при порівняно низьких швидкостях вітру (6-8 м/с на висоті флюгера). Інтенсивність вилучення ґрунту з 1 га досягає 1,2-2 т/год.

Пояс Б – пояс активного прояву вітрової ерозії – поділяється на 4 провінції: Б₁б₁ – Європейська лісостепова слабкої вітрової активності; Б₁б₂ – Українська степова помірного розвитку вітрової ерозії; Б₁б₃ – Українська степова вираженого розвитку вітрової ерозії; Б₁б₄ – Чорноморсько-Приазовська сильного розвитку вітрової ерозії ґрунтів.

Південна межа Європейської лісостепоної провінції (Б₁б₁) у країні проходить по лінії Кишинів – Кременчук – Полтава – Харків. У правобережній частині провінції вітроерозійні процеси є здебільшого локальними і виявляються в ранньовесняний період на відкритих зяблевих фонах, а також на посівах цукрових буряків і кукурудзи, викликаючи засікання рослин. Особливо небезпечні підвищені елементи рельєфу та вітроударні схили. На них, як правило, швидкість повітряного потоку істотно збільшується.

На Лівобережжі в межах південно-східної частини Київської та західної і північно-західної частини Полтавської областей вирізняється район з великою небезпекою вітрової ерозії, який характеризується не стільки підвищеним вітровим режимом, скільки високою схильністю до ерозії ґрунтового покриву. Тут поширені типові малогумусні чорноземи легко- і середньосуглинкового гранулометричного складу, структура яких швидко руйнується під впливом механічних обробіток та змін погоди. Кількість днів з пиловою бурею коливається від 1 до 15. Інтенсивність вилучення ґрунту досягає 2,5 т/год. Найбільш схильні до ерозії зяблеві відкриті фони, посіви цукрових буряків, кукурудзи, а також слабкорозвинених озимих, переважно після непарових попередників (кукурудза, горох).

Українська степова провінція вираженого розвитку вітрової ерозії ґрунтів (Б₁б₃) охоплює Луганську, північну частину Донецької, Харківську, Дніпропетровську, Кіровоградську, північну частину Миколаївської, північну і південно-західну частини Одеської області. Провінція займає південні окраїни Волино-Подільської і Придніпровської височин, південну частину Придніпровської низовини і Донецький кряж. Абсолютні позначки межиріч – 100-200 м і лише на Донецькому кряжі підвищується до 250-300 м. Рельєф типово ерозійний з частими і глибокими розчленуваннями. Межирічні простори покриті потужним покривом лесів, а тераси річок – алловієм.

Клімат помірно-континентальний, сума активних температур повітря – 2800-3200 °С. Погодні умови наприкінці зими, навесні і влітку сприятливі для розвитку вітрової ерозії.

Чорноморсько-Приазовська провінція дуже розвиненої вітрової ерозії ґрунтів (Б₁б₄) займає Причорноморську низовину, рівнинну частину Кримського півострова і південно-західну – Приазовської височини. На захід від Дніпра рельєф хвилястий, на схід – плоский. Сухість клімату і

порівняна молодість території зумовили слабку розчленованість поверхні ярами і балками. Межиріччя вкриті четвертинними лесами; у долинах річок поширені алловіальні піщано-суглинкові відклади, у заплавах і на терасах – піски. Особливо великі масиви пісків (200 тис. га) зосереджені на лівому березі Дніпра від Каховки до Чорного моря. Клімат території – помірно континентальний із засушливим і жарким літом. Безморозний період триває 168 днів, річна сума опадів – 300-400 мм, сума температур вище 10 °С становить 3000-3400 °С.

Степова зона охоплює 40 % території країни, або має площу близько 25 млн. га. Вона простяглася на 1100 км з південного заходу на північний схід і до 500 км з півночі на південь. Річні суми опадів коливаються від 500 на межі з Лісостепом до 300-250 мм на узбережжях Чорного і Азовського морів.

У геоструктурному відношенні Степ досить неоднорідний, південна частина його розміщена на території Причорноморської низовини, яка на півночі переходить у Бесарабську, Подільську, Придніпровську і Приазовську височини, а також Донецький кряж. Перші три височини мають акумулятивно-денудаційний рельєф і виходять за межі зони, останні дві мають структурно-денудаційний рельєф і замкнуті в межах зони. Така будова Степу і характер атмосферних процесів зумовлюють не тільки зональну, а й провінційну специфіку ерозійних процесів.

Всього у Степу зазнають вітрової ерозії понад 5 млн га земель, причому на території Донецького кряжа і Приазовської височини та прилеглих до них районів розвинені водна й вітрова, на території Причорноморської низовини переважають вітроерозійні процеси, у західних районах – водна та вітрова ерозії.

Вітроерозійні процеси пов'язані переважно із зимово-весняним періодом. За останні 35 років пилові бурі різної інтенсивності фіксувалися 23 рази, а локальні вітроерозійні процеси виявляються практично щороку. Інтенсивність вилучення ґрунту досягає 2,5-3,5 т/га за годину, а інколи – до 5 т/га.

Кількість днів з пиловою бурею коливається від 5 до 25, а загальна тривалість бурі – 5-80 год.

Зони слабкої зумовленості вітроерозійних процесів є на південно-му сході і північному заході Одеської, півночі Луганської, південно-му заході Донецької областей, а також у передгірній частині Криму.

Дещо вища потенційна небезпека (помірна) вітроерозійних процесів у центральній частині Одеської, центральній і південній частинах Кіровоградської та південно-західній частині Харківської областей. Тут дещо сильніший вітровий режим, хоч ґрунти мають досить високу протиерозійну стійкість. У цій зоні локальна ерозія часто виникає на полях із просапними культурами і на зяблевих фонах після просапних.

Ерозійно найнебезпечніші у степовій зоні райони півдня Запорізької, Херсонської і Миколаївської областей. Тут найчастіше бувають пилові бурі високої інтенсивності. На окремих ділянках при цьому вилучається 3,5-6 т/га ґрунту за годину.

Особливою є частина Степу, що охоплює зону Донбасу, до якої прилягає Приазовська височина з відрогами. Тут рельєф місцевості, строкастість ґрунтового покриву, специфічність вітрового режиму зумовили цілий комплекс факторів, що викликають ерозію ґрунтів. На території Луганської, Донецької, Запорізької областей є чотири райони з різною зумовленістю вітроерозійних процесів, які досить часто чергуються.

Район слабкої потенційної небезпеки вітрової ерозії охоплює ґрунти з високою стійкістю ґрунтових агрегатів (руйнування до 20 %) і досить ослабленим вітровим режимом. Середня швидкість вітру в ерозійно небезпечний період – 3,5-3,8 м/с. Переважаючими напрямками небезпечних вітрів є східний (60-70 %) і північно-східний (14-24 %), тому вітрозахисні бар'єри треба розмішувати тут з півночі на південь, тобто перпендикулярно до основних ерозійних вітрів.

При проектуванні смугового розміщення сільськогосподарських культур ширину смуг потрібно зменшити з урахуванням вітрів північно-східного напрямку.

Район помірної потенційної небезпеки вітрової ерозії ґрунтів охоплює переважно зону південних схилів Донецького кряжа, Придніпровської і Причорноморської низовин із ґрунтами слабкого і середнього руйнування ґрунтозахисних агрегатів. Середньорічна швидкість вітру коливається в межах 4,5-5,2 м/с. Вектори вітроерозійних сил східних напрямів становлять 50-60 %, південно-східних – 7-20, на інші припадає 2,5-15 %. Вимоги до розміщення бар'єрів такі ж, як і в першому районі.

У район середньої потенційної небезпеки вітрової ерозії увійшли ґрунти із середніми показниками руйнування агрегатів. Середньоріч-

на швидкість вітру – 5,6-6,7 м/с. Вектори вітроерозійних сил східного напрямку становлять 40 %, північно-східного – 20, південні й південно-східні – 15, інших напрямів – 25 %.

У районах великої потенційної небезпеки вітрової ерозії ґрунти із слабкою стійкістю ґрунтозахисних агрегатів (руйнуються на 80 %). Це переважно піщані тераси річок Сіверського Донця, Айдару, Молочної, а також еродовані ґрунти схилів Донецького кряжа. У долинах рік вітровий режим досить слабкий, середні швидкості вітру в ерозійно небезпечний період становлять 4,5-5 м/с. Вектори вітроерозійних сил східного напрямку складають 40 %, північно-східного – 35, південно-східного – 10, на інші припадає 15 %. На схилах Донецького кряжа режим інтенсивніший: середні швидкості вітру за ерозійний період становлять 6,5-7 м/с. Вектори вітроерозійних сил різних напрямів з переважанням східних, північно- і південно-східних.

2. ЗАХИСТ ҐРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ І ДЕФЛЯЦІЇ

2.1. Основи ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території

2.1.1. Організація території

Оскільки нині особливо зросла роль сільськогосподарської науки в підвищенні та збереженні родючості ґрунтів, захисті їх від несприятливих факторів, великого значення набуло створення таких систем землеробства, які б повністю відповідали місцевим умовам рельєфу, ґрунтів, напрямку господарської діяльності, енергоозброєності тощо. Максимально відповідає місцевим факторам і умовам ґрунтозахисна система контурно-меліоративного землеробства, яка являє собою раціональну взаємопов'язану систему протиерозійних і ґрунтополіпшувальних заходів на основі контурної (контурно-паралельної) організації території, вписаної у структуру ландшафту, що склався, яка забезпечує максимальний вихід продукції з одиниці площі та охорону природи.

Суть такого землеробства полягає в тому, що структура земельних угідь, посівних площ, сівозмінні масиви, поля і робочі ділянки орга-

нічно пов'язані із структурою природних ландшафтів. Вони зв'язуються з допомогою зчленування штучних лінійних рубежів із природними.

ґрунтозахисна система контурно-меліоративного землеробства (КМЗ) має відповідати: а) раціональній структурі земельних угідь; б) раціональній структурі посівних площ; в) раціональному розміщенню полів у сівозмінних масивах і робочих ділянок усередині полів з урахуванням умов рельєфу; г) ґрунтозахисним системам механічного обробітку ґрунтів відповідно до культури, рельєфу та кліматичних умов; д) меліоративним і культурно-технічним заходам на орних землях та природних кормових угіддях; е) раціональному розміщенню системи лісових насаджень; є) раціональному використанню природних кормових угідь; ж) раціональному розміщенню лінійних рубежів (доріг, меж господарства, сівозмінних масивів, полів, робочих ділянок), максимально сполучених із природними (вододілами, межами угідь).

Основою КМЗ є комплекс протиерозійних заходів, який взаємопов'язує організаційно-господарські, агротехнічні, луко-, лісомеліоративні та гідротехнічні протиерозійні заходи. Це дає змогу з найменшими матеріальними затратами припинити або скоротити до природних меж ерозійні процеси й мати максимальний вихід сільськогосподарської продукції з одиниці площі при збереженні та постійному підвищенні родючості ґрунту.

В Україні в останні роки проведено протиерозійні заходи в значних обсягах. Але робилося це безсистемно, без органічного ув'язування їх один із одним, з умовами рельєфу ґрунтів, спеціалізації господарств тощо, тому ефективність їх низька. Комплекс протиерозійних заходів слід проектувати на розрахунковій основі, починаючи від вододілу і найдешевших заходів, які швидко окуповуються. Тільки так можна успішно зарегулювати стік поверхневих вод, зменшити швидкість вітру в приземному шарі і, отже, припинити ерозійні процеси.

Головним завданням протиерозійної організації території – каркасу протиерозійного комплексу – є раціональне розміщення складових комплексу з органічним їх ув'язуванням між собою, з природними умовами і характером використання кожної конкретної земельної ділянки. Протиерозійну організацію території здійснюють у такій послідовності: розподіл земельних фондів за інтенсивністю викорис-

тання; розміщення водорегулювальних смуг, посиленних канавами і валом-дорогою, на межах переходу одного фонду в інший; організація сівозмін на виділених фондах; розміщення полів сівозмін, лісо-смуг між полями та всередині них, робочих ділянок усередині полів, мережі польових доріг та польових станів. При розробці проектів внутрішньогосподарського землевпорядкування з комплексом проти-ерозійних заходів слід враховувати:

1. *Спеціалізацію господарства і перспективу структури посівних площ.* Якщо в господарствах наявна значна кількість еродованих ґрунтів, доцільно зменшити площі просапних культур з тим, щоб площа, що залишилася, можна було використати у раціональних сівозмінах на незмитих і слабкозмитих ґрунтах. У господарствах з незначною кількістю еродованих ґрунтів частку просапних культур бажано збільшити.

2. *Визначення лінійних рубежів.* Межі господарств, полів, робочих ділянок, лісосмуги слід встановлювати переважно по вододільних лініях або впоперек схилу за напрямом основних горизонталей, що дасть змогу уникнути концентрації поверхневого стоку води і створити передумови для успішного обробітку ґрунту та сівби культур впоперек схилу. У районах із сильно вираженою вітровою ерозією на рівнинних ділянках і схилах крутизною до 1° лінійні рубежі слід визначати переважно впоперек панівних ерозійно небезпечних вітрів.

3. *Раціональний склад і розподіл земельних угідь, їх використання, типи, кількість і розмір сівозмін, внесення підвищених норм добрив.*

4. *Раціональне використання сильноеродованих ґрунтів* (відведення їх під постійне залуження, заліснення, багаторічні насадження, докорінне і поверхневе поліпшення природних кормових угідь).

5. *Раціональне проектування полів сівозмін з їх внутрішньопольовою організацією.*

6. *Органічне ув'язування всіх елементів протиерозійного комплексу на основі гідрологічних розрахунків.*

В Україні на сьогодні запроєктовані, реалізуються і відпрацьовуються у виробництві різні моделі КМЗ. Головні відмінності між ними полягають у різній ширині смугових структур ріллі на схилах, густоті і типах контурної мережі стокорегулювальних рубежів постійної дії по їх межах і всередині полів. В одних випадках це система контурно-паралельних валів-каналів через кожні 50 м (Джамаль В.А., Шелякін М.М. та ін., 1984),

в інших – лісосмуг різної конструкції через 100-200 м і гребневих терас усередині полів (Щербаков В.И., Зуза А.Г. та ін., 1990).

Найбільш визнаною є модель КМЗ, науково-практичне обґрунтування якої здійснив Інститут землеробства УААН (О.Г. Тараріко, 1990). Вона передбачає диференційоване використання сільськогосподарських угідь залежно від крутизни схилів, виділення і закріплення за цією ознакою в природі трьох еколого-технологічних груп (ЕТГ) земель.

До *першої групи* земель належать ділянки ріллі, розташовані на рівній частині території і схилах до 3° з нееродованими та слабкоеродованими ґрунтами, якісний стан яких (гранулометричний стан, відсутність перезволоження, засолення, кам'янистості та ін.) дає змогу вирощувати на них усі культури державного Реєстру і розміщувати інтенсивні сівозміни.

До *другої групи* належать ділянки ріллі на схилах крутизною 3-7° з переважанням середньозмитих ґрунтів, частково слабо- і сильнозмитих, рідше – незмитих. Їх використовують під зерно-трав'яні сівозміни (без просапних культур), які в цих умовах не тільки мають високу продуктивність, а й ефективно захищають ґрунт від ерозії.

До *третьої групи* належать ділянки ріллі на схилах крутизною понад 7° з переважанням сильнозмитих ґрунтів, які використовують для тривалого залуження під високопродуктивні посіви бобово-злакових травосумішей.

Зв'язок у системі еколого-технологічних груп земель здійснюється на основі добре зафіксованих контурних рубежів між групами земель, найчастіше за допомогою *водорегулювальних валів і лісосмуг*. Виконуючи свою основну функцію безпечного відведення незатриманої всередині полів агротехнічними заходами частини води, що стікає в залужені водотоки, вони є спрямовуючими лініями для контурного виконання окремих технологічних операцій і передусім основного обробітку ґрунту та сівби сільськогосподарських культур.

Після визначення зазначених груп земель за інтенсивністю використання переходять до облаштування сівозмін, що є одним із найважливіших процесів у системі протиерозійної організації території. Воно передбачає органічне ув'язування розміщення полів сівозмін, внутрішньопольове виділення робочих ділянок, визначення місця для полезахисних і водорегулювальних лісових смуг, польових доріг, польових станів тощо.

Для найбільш раціонального використання сучасної і перспективної високопродуктивної широкозахватної сільськогосподарської техніки та знарядь найбільш придатні прямокутні поля збільшеної площі та робочі ділянки. Тому на рівних ділянках і схилах крутизною не більше як 1° нарізають прямокутні поля довгими сторонами впоперек переважаючих суховіїв. По межах полів проектують полезахисні лісові смуги ажурної і продувної конструкцій.

На ділянках із пересіченим рельєфом та схилами крутизною понад 1° поля нарізують довгими сторонами впоперек схилу по лініях, наближених до горизонталей. Допускається відхилення від горизонталей тільки на коротких відрізках (50-100 м) з нахилом не більш як $1,5-2^\circ$ по лінії межі поля. У цьому разі по межах полів проектують дворядні водорегульовальні лісові смуги, посилені в міжрядді валом-канавою із земляними перемичками.

Після нанесення полів проводять внутрішньопольову організацію, тобто виділяють робочі ділянки, які повинні бути по можливості однорідними, компактними і зручними для роботи високопродуктивної техніки, мати зв'язки з польовими станами й виробничими центрами.

Полезахисні лісосмуги створюють у першій групі ЕТГ (еколого-технологічних груп) земель для поліпшення мікроклімату полів, захисту їх від пилових бур, посух і суховіїв. В умовах поширення вітрової ерозії захисна дія їх виявляється у зміні структури вітрового потоку і зменшенні його швидкості, затриманні частинок ґрунту, що рухаються, і, відповідно, в послабленні руйнівної дії вітру на ґрунт. Ефективність лісосмуг при цьому залежить від їх вітропроникності. Як показують дослідження і практика, найдоцільнішими є смуги ажурно-продувної конструкції з просвітами по профілю між стовбурами 60-70 і в кронах дерев 15-30 %, які не тільки запобігають видуванню ґрунту, а й сприяють нагромадженню снігу на полях. Найбільше реагують на вплив лісосмуг люцерна, цукрові буряки, соняшник, озима пшениця, кукурудза на силос, картопля (Захаров В.В., 1986). Стокорегулюючі лісові смуги закладають по межах технологічних груп земель. В окремих випадках на довгих схилах і при високій небезпеці водної ерозії їх проектують усередині полів уже на схилах крутизною $0,5^\circ$. Вплив цих лісосмуг на водну ерозію виявляється в кольматажі змятого ґрунту, зменшенні швидкості поверхневого стоку, його водопоглинанні. Лісові насадження фільтрують як поверхне-

вий, так і внутрішньогрунтової стоки, утримуючи біогенні речовини, нітрати, нітрити і фосфор (Аллен Р., 1983).

Найповніше водорегулююча і протиерозійна ефективність лісосмуг виявляється, коли вони розміщені перпендикулярно до лінії стоку (по контуру), і вода, що стікає, входить у них розсіяно. Тоді поліпшуються умови сніговідкладення і зволоження ґрунту, оскільки зменшується здування снігу в гідрографічну мережу і створюються умови для більш розсіяного надходження талих вод від снігових шлейфів униз по схилу і зволоження полів. Максимальну протиерозійну здатність мають густі чагарникові смуги, в яких основна маса наносів ґрунту відкладається на відстані 1,5-2,5 м від верхнього узлісся.

Враховуючи те, що часто виникає потреба в лісосмугах одночасно високої полезахисної й водорегульовальної дії, поряд із посиленою гідротехнікою їх роблять з ажурною конструкцією в нижній частині схилу і продувною або ажурно-продувною в середній. Ширину смуг установлюють у межах 12-16 м (4-5 рядків), а відстань між ними визначають на основі ерозійно-гідрологічних розрахунків: 220-140 м – на сірих лісових ґрунтах; 320-190 м – на чорноземах лучних і звичайних і 180-120 м – на каштанових ґрунтах (Сурмач Г.П., 1982).

Межі стокорегулюючих рубежів встановлюють завжди від вершини водозбору. Після визначення нижньої межі першого стокорегулюючого рубежу визначають межі другого, третього і т. д. У кожному конкретному випадку їх нові межі встановлюють від нижніх меж раніше намічених верхніх рубежів і розрахунок проводять за методикою, розробленою Інститутом землеробства УААН ("Методичні рекомендації щодо визначення відстані між стокорегулюючими рубежами при проектуванні ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землеробства"). Суть її полягає в тому, що при великих водозаборах і наявності протяжних схилів для усунення небезпеки ерозії ріллі часто буває недостатньо стокорегульовальних лісових смуг і валів по межі технологічних груп земель, тоді всередині полів сівозміни для безпечного скидання зайвих вод паводків чи злив рекомендується обладнувати водостоки, виположувати улоговини або влаштувати протиерозійні рубежі другого порядку у вигляді земляних валів різної конструкції.

У місцевості з недостатньою зволоженістю земляні вали проектують на повне затримання поверхневих вод, і їх відведення в гідро-

графічну мережу не передбачають. Розрахунок їх усередині полів сі-
возміни здійснюють за нерозмивними швидкостями течії води для
різних ґрунтів і агрофонів. Ця методика дає змогу простіше і надій-
ніше визначати межі рубежів другого порядку, оскільки враховує не-
рівномірність руху води цих потоків. За даними про зливові опади
для рівнинної території України з урахуванням нерівномірного стоку
(Лютюк П.М. та ін., 1980), побудовано графіки швидкості стікання
води під час злив різної інтенсивності залежно від довжини і нахилу
схилів для різних типів ґрунтів. Підрахунки (Тараріко О.Г. та ін.,
1987) показали, що для різних типів ґрунтів і агрофонів допустимі
швидкості течії води істотно коливаються (табл. 23).

Таблиця 23 – Допустима (нерозмивна) швидкість течії води для різних ґрунтів і
посівів сільськогосподарських культур на схилах, м/с

Ґрунти	Просапні культури	Зернові колосові при обробітку ґрунту		Багаторічні трави
		звичайному	плоскорізнному	
Супіщані	0,14	0,18	0,22	0,30
Легкосуглинкові ле- совидні	0,16	0,20	0,24	0,35
Середньосуглинкові	0,18	0,24	0,28	0,40
Важкосуглинкові	0,20	0,28	0,32	0,50
Залужені водотоки	-	-	-	1,00

Найменшу протиерозійну стійкість мають супіщані ґрунти, коли
на них вирощують просапні культури. Розмивання ґрунту починаєть-
ся в цьому випадку при швидкості течії води понад 0,14 м/с.

Багаторічні трави на важких суглинках і залужені водотоки здатні
протистояти розмиванню ґрунту при швидкості води від 0,5 до 1 м/с.

При контурній організації території особливо сильно знижує ефе-
ктивність землеробства розчленованість полів улоговинами. У зв'язку
із збільшенням бокових нахилів до улоговин у цьому разі обробляти
ґрунт по контуру на значній частині поля доводиться вздовж мікро-
схилів та улоговин.

На дні розораних вибалок від дії водяних потоків снігових і зливо-
вих вод утворюються великі вимоїни, в окремих випадках глибиною
0,7-1 м і шириною 1,5-2 м. Подальше поглиблення їх робить немож-
ливим прохід сільськогосподарських машин і знарядь, розчленовує
поля на невеликі ділянки, обмежені двома улоговинами і витягнуті
вздовж схилу.

Дослідження Інституту зернового господарства УААН показують,
що ліквідувати улоговини на ріллі, запобігти їх розмиванню і погли-
бленню досить швидко можна шляхом армування рослинними решт-
ками грубостеблових культур (сосяшник, кукурудза, сорго), а ще
краще стрижнями обмолочених качанів кукурудзи. Укладені у вимої-
ни шаром 20 см і більше, вони добре фільтрують воду, що стікає, і
забезпечують кольматаж змитого ґрунту та безпечно скидання зали-
шків води в гідрографічну мережу. Взимку ґрунт під ними практично
не промерзає, тому добре вбирає вологу. Близько 85 % дрібнозему,
що транспортується стікаючою водою, осідає в зоні водотоку, зумов-
люючи чітко виражений виположуючий ефект.

Порівняно із залуженням улоговин, армування забезпечує високу
стокорегулюючу і кольматуючу дію відразу після здійснення, і на
відміну від улаштування по улоговині оброблюваних валів із широ-
кою основою не руйнується при переповненні водою навіть під час
інтенсивних злив.

Дослідження показують, що для досягнення найбільшого меліора-
тивного ефекту армування улоговин рослинними рештками краще
проводити восени, до основного обробітку. При ширині улоговини
5 м і глибині 0,5 м для армування потрібно від 6 до 8 м³ рослинних реш-
ток. Для запобігання виносу мульчі стікаючою водою і забезпечення
високої кольматуючої здатності цього заходу армування улоговин
важливо здійснювати від вододілу вниз по схилу товщиною шару му-
льчі в найглибшому місці не менше 20 см, але і не більше, ніж
глибина улоговини. Захід особливо ефективний, коли глибина вимої-
ни дорівнює глибині основного обробітку (20-30 см). Тоді мульча
більше змішується з ґрунтом, що запобігає змиванню її талими і зли-
вовими водами і прискорює розклад мікроорганізмами влітку. При
армуванні глибоких (понад 0,5 м) і вузьких (до 5 м) улоговин для за-
побігання змиву мульчі по краях улоговин її закріплюють приору-
ванням в 1-2 проходи агрегату вздовж. Наступний основний обробі-
ток поля в цьому разі, незалежно від типових особливостей знарядь,
проводять по контуру з обов'язковим переведенням агрегату в неро-
бочий стан на замульчованих улоговинах. Під час до- і післяпосівних
обробітків такого поля навесні в перший рік проведення заходу вико-
ристовують тільки гідрофіковані знаряддя й агрегати, які можна пе-
реводити в неробоче положення у місцях армування улоговин, а та-

кож регулювати на відповідну глибину залежно від ущільнення ґрунту і наявності на його поверхні рослинних решток при безполіцевому обробітку поля.

Із земляних споруд у практиці КМЗ (контурно-меліоративного землеробства) найпоширеніші різної конструкції водовідвідні борозни-розпилувачі стоку і оброблювальні стокорегулюючі вали-тераси. Перші досить прості і найефективніші в запобіганні подальшому розвитку лінійної ерозії на полях. Вони призначені для розпилення великих потоків води на дрібні у випадках, коли вони формуються у раніше створених вимоїнах, уздовж меж, доріг тощо. Розпилувачами стоку є вали висотою 40-60 см, які перекривають водотік, і вивідна борозна, що є продовженням валика і перерізує місцевий вододіл улоговини чи будь-якого іншого підвищення. Якщо виражених улоговин немає, розпилувачі роблять у вигляді борозни або виїмки з валиком залежно від місцевих умов і знарядь, за допомогою яких їх створюють. Вони можуть проходити прямо- чи криволінійно, проте, обов'язково так, щоб борозна чи виїмка в усіх випадках була вищою за валик по схилу і стояла першою на шляху стоку. На улоговинах їх спрямовують під кутом близько 45° до осі улоговини. Тут розпилувачі можна розміщувати на відстані 40-80 м один від одного. Концентровані струмені води виводяться розпилувачами в різних пунктах із своїх водотоків на підвищені ділянки, де вода розсіюється і частково поглинається, втрачає еродуючу енергію і надходить на інші ділянки уже ослабленими струменями.

Оброблювані вали-тераси на ріллі в системі КМЗ споруджують для регулювання стоку, не затриманого агротехнічними контурними заходами всередині полів. Це горизонтальні (водозатримуючі) або похилі (стокорегулюючі) насипні чи наорні вали висотою 40-60 см із шириною біля основи 10-12 м із закладенням відкосів 1:10- 1:12.

Розчленовуючи схил на невеликі відрізки (32-43 м), вали-тераси рівномірно розподіляють тверді й рідкі опади по поверхні ґрунту, запобігають видуванню снігу і затримують воду в лунках.

У Степу протиерозійна ефективність улаштування на ріллі валів-каналів виявилась незначною. У дослідях Інституту охорони ґрунтів УААН (Белоліпський В.А., Шелякин Н.М., 1988) при формуванні їх висотою 0,3 м, шириною 0,8 і глибиною 0,5 м через 50 м та заповнен-

ні соломою в середньому за 1982 і 1985 рр. коефіцієнт стоку в полях ґрунтозахисної сівозміни зменшувався на 30,5 %, а змив ґрунту – лише на 15-44 %.

До недоліків валів-терас на ріллі слід віднести й те, що наявність їх у всіх випадках зумовлює строкатість потенційної та ефективної родючості ґрунту. У виїмках валів на 25-35 % зменшується вміст гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору й обмінного калію. На валах-терасах у межах ЕТГ земель при наявній системі машин практично неможливо дотримуватись заданої глибини допосівних культивацій по гребнях валів і у виїмковій частині. При заданій глибині, наприклад 6-8 см, вона варіює від 0 до 18 см, у результаті чого насіння вирощуваних культур загортається на неоднакову глибину, сходи при відсутності дощу зріджені й часто заростають бур'янами. Навесні в полі з валами-терасами нерівномірно дозріває ґрунт і можливі вимокання та загибель від притертої льодяної кірки озимої пшениці і багаторічних трав у ставковій зоні, де вода після танення снігу взимку зовсім не вбирається, а навесні стоїть протягом 6-8, а іноді й більше діб. Урожайність ячменю та озимої пшениці в цьому разі у виїмках валів може знижуватися на третину, а іноді й наполовину.

У контурному землеробстві обов'язковим елементом протиерозійної організації території, що забезпечує функціонування системи в саморегулюючому режимі, є обладнання всередині полів або по їх краях водотоків для безпечного скидання незатриманої агротехнічними заходами і водорегулюючими рубежами води сильних паводків і катастрофічних злив. Водотоки формують на основі гідрологічних розрахунків і пропускної здатності стоку не менше як 10 % забезпеченості, використовуючи як природні видолінки, так і штучно створені. Перевага перших полягає у тому, що в них на дні русла часто зберігається природна рослинність і вони можуть надійно спрацьовувати відразу після впровадження системи, другі – кращими є після залуження.

Для запобігання розмиванню русла водотоків їх залужують злаковими багаторічними травами, які не бояться тимчасового затоплення, часткового замулення і добре скріплюють коренями верхній шар ґрунту. Із низових злаків такими є райграс, тонконіг, костриця, лисохвіст, стоколос. В Інституті землеробства УААН хороші результати

одержано при залуженні водотоків мітлицею паростковою. Ця багаторічна морозостійка трава формує стійку проти розмивання дернину при вегетативному насіннєвому розмноженні, добре розвивається у місцях з дуже змінними умовами зволоження, витримує замулення, витоптування тощо.

2.1.2. Розміщення сівозмін на ґрунтах різної інтенсивності використання

Основою розробки комплексних протиерозійних заходів є правильна організація земельної території, освоєння ґрунтозахисних сівозмін, які разом з іншими заходами повинні забезпечити захист орних земель від змивання та розмивання, підвищення родючості ґрунту і врожайності сільськогосподарських культур.

Перехід до ведення контурного землеробства, основою якого є неоднакова інтенсивність використання ріллі різних еколого-технологічних груп, потребує нових підходів до формування структури посівних площ як у зональному розрізі, так і безпосередньо в кожному конкретному господарстві. Це стосується насамперед пошуку шляхів запобігання зниженню родючості ґрунту в першій, найпродуктивнішій, групі земель, де зосереджується вся площа чистих парів, цукрових буряків, кукурудзи та інших просапних культур.

Результати багаторічних стаціонарних досліджень Інституту зернового господарства УААН (Лебідь Є.М., 1988) показують, що насичення польових сівозмін у Степу просапними культурами призводить до збільшення непродуктивних витрат вологи з 1 га сівозмінної площі, дефіциту азоту, зниження вмісту гумусу, особливо в орному шарі. Так, збільшення у структурі посівних площ посівів просапних культур від 40 % до 60 % призводить до зростання дефіциту азоту в сівозміні від 16,7 до 41,7 кг/га за рік і зниження його компенсації від 87,2 до 71,2 %. Баланс фосфору, незалежно від насичення сівозмін просапними культурами, залишається позитивним (23,1-27,5 кг/га за рік), а надходження переважає над витратами (компенсація 140,4-151,8 %). Баланс калію в сівозмінах визначається переважно посівами цукрових буряків і стає більш напруженим з розширенням площ цих посівів. У цілому ж він у сівозмінах близький до рівноважного.

Вміст гумусу в орному шарі ґрунту за ротацію сівозмін, залежно від структури посівних площ і рівня удобрення, в дослідях зменшувався тим

більше, чим вищою була частка просапних культур і нижчим рівень удобрення ґрунту. Найістотніше зниження запасів гумусу в орному шарі спостерігалось на неудобреному фоні (0,84 %), дещо менше – при низькому рівні удобрення (0,75 %) і високій насиченості сівозмін просапними культурами (0,65 %). Включення в сівозміну посівів багаторічних трав практично удвічі зменшує втрати гумусу орним шаром (0,31 %).

При розробці сівозмін у системі ґрунтозахисного КМЗ за різних ґрунтово-кліматичних умов необхідно керуватися нормативами гранично допустимого насичення сівозмін різними культурами, які розроблені І.Г.Предко (1988) на основі досліджень наукових установ України (табл. 24).

Таблиця 24 – Оптимально допустимі межі насичення окремими культурами сівозмін у першій ЕТГ земель (0-3°), % (Предко І.Г., 1988)

Культури	Зони і підзони						
	Степ		Лісостеп			Полісся	Карпати
	південний	північний	східний	цент-ра-	західний		
Чисті й силеральні пари	10-20	8-10	5-8	льний	-	5-10	5-8
Зернові, всього	50-70	50-70	60-70	60-70	60-70	40-60	50-60
Із них озима пшениця	30-40	25-30	25-30	25-30	20-25	25-30	20-30
Кукурудза	10-15	20-40	20-40	20-40	20-30	5-10	10-20
Технічні, всього	15-20	25-30	20-30	20-30	20-30	7-15	15-30
Із них цукрові буряки	5-10	10-20	10-20	20-30	20-30	-	15-30
Соняшник	10-15	10-15	5-10	5-7	-	-	-
Картопля	3-5	3-5	3-5	3-5	10-25	10-25	10-20
Кормові, всього	20-30	20-30	20-40	20-40	20-50	20-40	20-50
Із них багаторічні трави	8-15	8-15	10-20	10-20	10-30	10-20	10-30
Всього просапних	40-50	40-60	40-60	40-60	40-60	40-50	40-60

Польові сівозміни розміщують на схилах крутизною до 5°, на яких регулюють стікання поверхневої води контурною оранкою і сівою по горизонталях або впоперек схилу. Ґрунтозахисні сівозміни розміщують переважно на середньо- і сильнозмитих ґрунтах схилів крутизною від 5 до 14°. На ділянках із глибокими улоговинами і промоїнами рекомендується розміщувати захисні плодово-ягідні і горіхоплідні лісові насадження.

У господарствах з неоднорідним рельєфом можна запроваджувати два типи ґрунтозахисних сівозмін, які розміщують на схилах крутиз-

ною відповідно від 5 до 8-10° і від 8-10° до 12-14° і більше. У першому випадку в сівозмiнах вирощують багаторічні трави, зерновi культури суцільного способу сiвби i в обмеженiй кiлькостi – просапнi (кукурудзу, картоплю); у другому – на схилах великої крутизни з дуже змитими ґрунтами проєктують сівозміни з великим насиченням багаторічними травами (4-6 полів) і польовим періодом 1-2 роки.

Ефективність ґрунтозахисних сівозмiн на крутих схилах підвищують за допомогою таких заходів: розбивання буферних смуг, нарізування полів упоперек або по горизонталі схилу, чергування їх з вузькими смугами по горизонталях місцевості (смугове землеробство), створення гiдротехнiчних споруд – валів, терас, які часто проєктуються обласними відділеннями “Укрземпроєкт”.

Важливе значення у ґрунтозахисних сівозмiнах має набір культур. У США щорічний змив пилюватого суглинку на схилі крутизною 16° під багаторічними травами становить 0,22 т/га, на схилі 10° (піщаний важкий суглинок) – 0,69 т/га; для повного змивання потрібно відповідно 10000 і 3225 років; під чистим паром – відповідно 438 і 148 т/га та 5 і 15 років. На темно-сірих ґрунтах України крутизною схилу 6-8° щорічні втрати ґрунту від водної ерозії становили в полі, зайнятому конюшиною, 2 т/га, озимую пшеницею – 19, цукровими буряками – 35, на чистому парі – 50 т/га. Отже, розвиток ерозійних процесів залежить від структури посівних площ, оскільки різні сільськогосподарські культури по-різному впливають на стік води і змивання ґрунту. Найкращі ґрунтозахисні властивості мають багаторічні трави, а також зернові культури суцільного способу сiвби. У районах недостатнього і нестійкого зволоження ефективнішою виявилася суміш люцерни з еспарцетом і злаковими травами. За даними Сумської сільськогосподарської дослідної станції, вона навіть у посушливі роки забезпечує урожай сiна понад 30 ц/га. У районах достатнього зволоження Лісостепу висівають суміш конюшини із злаковими травами, люцерни з еспарцетом.

Багаторічні трави покривають ґрунт протягом року, але ступінь цього покриття восени, взимку і навесні невисокий. Озимі зернові покривають ґрунт 9-11 місяців, максимально – у травні, червні, липні; ярі зернові колосові – лише 3-4 місяці, просапні – 2,5-3,5 місяці. У районах з подовженим післязбиральним теплим періодом, достатньою кількістю опадів після збирання врожаю основної культури

можна захищати ґрунт зеленим покривом проміжних культур (Ломакин М.М., 1983). Озимі проміжні посіви захищають ґрунт восени, взимку і навесні; підсiвнi – навесні і влітку; післяукіснi й післяжнивнi – влітку та восени.

ґрунтозахисна здатність рослин залежить також від маси коренів у ґрунті. Багаторічні трави своєю потужною кореневою системою затримують стік води і змивання ґрунту. Крім того, продукти, які утворюються після відмирання і розкладання рослинної маси багаторічних трав, сприяють поліпшенню структури ґрунту, його водопроникності, що зменшує стік води і втрати ґрунту. Менше органічної маси залишають у ґрунті однорічні трави, зернові культури, мало – льон, картопля, коренеплоди.

Отже, за тривалістю і ступенем покриття ґрунту надземною масою рослини можна умовно поділити на 3 групи: 1) стійкі проти змивання і видування вітром – багаторічні трави; 2) малостійкі – зернові культури та однорічні трави; 3) нестійкі – просапні культури і чисті пари.

Диференційоване використання ріллі передбачає наявність у господарствах системи сівозмiн, що, на відміну від практики введення останніх без урахування особливостей рельєфу, створює умови для їх освоєння і неухильного дотримання. Саме система правильно організованих сівозмiн є основою протиерозійного комплексу і зв'язує всі протиерозійні заходи та прийоми в єдину злагоджену і послідовну систему, забезпечує її сумарний позитивний ефект, дає змогу дотримуватися загальних принципів побудови сівозмiн, забезпечувати добрим попередниками основні культури, дотримуватись оптимальних строків повернення їх на попереднє місце.

Агротехнічною основою польових сівозмiн на ріллі інтенсивного використання (на землях 1 ЕТГ) в Степу є чистий (чорний), у Лісостепу – чистий (ранній) і зайнятий пар. На півдні України чистий (чорний) пар за умови своєчасного і високоякісного догляду за полем гарантує своєчасні сходи озимі пшениці і, за дослідними даними, забезпечує приріст її врожаю, порівняно з непаровими попередниками, на 60-80 %, а порівняно з урожаем по зайнятих парах, на 25-53 %. При 10 % (у гостропосушливих умовах крайнього півдня до 15 %) чорного пару в раціональних сівозмiнах на ріллі інтенсивного використання загальна продуктивність сівозмiн практично не зменшується, а збір продовольчого зерна істотно зростає.

У Лісостепу озими своєчасно сходять і після якісно оброблених зайнятих парів, а прирости врожаю зерна по чистому пару тут менші, ніж у Степу. Проте, чистий пар залишається важливим агротехнічним заходом поліпшення режиму вологості та зменшення засміченості ґрунту насінням бур'янів у сівозмінах, особливо в південних і східних районах Лісостепу.

Усі польові сівозміни проектують, обов'язково враховуючи баланс гумусу й те, що найбільше його мінералізується при утриманні ґрунту під чорним паром і просапними культурами, які потребують великої кількості механічних обробіток, менше – під культурами звичайної рядкової сівби, а найменше – під багаторічними травами (табл. 25).

Таблиця 25 – Коефіцієнти гуміфікації рослинних решток в орному шарі чорнозему типового і середньорічні розміри мінералізації гумусу під різними культурами

Культура	Коефіцієнт гуміфікації	Мінералізація гумусу за рік, т/га
Цукрові буряки	0,10	1, 59
Картопля	0,13	1, 61
Соняшник	0,14	1, 39
Кукурудза на силос	0,17	1, 47
Озима пшениця	0,20	1, 35
Кукурудза на зерно	0,20	1, 56
Ячмінь	0,22	1, 23
Горох	0,23	1, 50
Люцерна	0,25	0,60

Запаси гумусу в ґрунті поповнюються за рахунок рослинних решток (кореневих, післяжнивних і післяжнивних) сільськогосподарських культур і внесення органічних добрив. З вирощуваних культур більше залишають у ґрунті органічної речовини багаторічні трави, менше – зернові культури звичайної рядкової сівби, зовсім мало – просапні, особливо буряки й картопля (Чесняк Г.Я. та ін., 1987).

Доведено, що при збільшенні площі під просапними культурами у структурі посівних площ сівозміни на 10 % щорічні втрати гумусу зростають на 0,2-0,4 т/га. У сівозмінах з травами і проміжними посівами однорічних трав та сидератів бездефіцитного балансу гумусу можна досягти при внесенні значно менших доз органічних добрив, а в зерно-трав'яних і кормових, де частка трав становить понад 40%,

навіть без додаткового їх внесення. Розрахунки показують, що одне поле багаторічних трав за дією на гумусовий баланс відповідає дії 9-10 т гною при внесенні його в парове поле. Нижче наведено орієнтовні схеми польових і кормових сівозмін, які доцільно розробляти і використовувати на землях першої ЕТГ в конкретних господарствах відповідно до ґрунтово-кліматичних умов усіх зон України.

У зоні Українського Полісся сільське господарство північних районів характеризується розвиненим льонарством у поєднанні з картоплярством і виробництвом зерна. Господарства південних районів зони спеціалізуються на вирощуванні цукрових буряків, пшениці, ячменю і зернобобових культур; тваринництво у них має м'ясо-молочний напрям.

На дерново-підзолистих ґрунтах зони слід запроваджувати сидеральні сівозміни, насичені проміжними культурами; на супіщаних дернових карбонатних та лучно-карбонатних ґрунтах – зерно-трав'яно-просапні, на осушених торфоболотних – кормові зерно-трав'яні.

На дерново-підзолистих піщаних суглинкових ґрунтах Волинська обласна дослідна станція рекомендує вводити таку чотирипільну сівозміну: 1 поле – багаторічні трави, вика озима і яра на зерно; 2 – озими на зерно, просо+післяжнивні посіви; 3 – цукрові буряки, кормові коренеплоди, кукурудза; 4 – ярі колосові з підсівом багаторічних трав, озими на зелений корм з післяжнивними і післяжнивними посівами, гречка.

На низинних лучних карбонатних і дерново-глейових ґрунтах ефективними є 5-пільні сівозміни: 1 поле – багаторічні трави; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові та кормові буряки; 4 – ячмінь, гречка; 5 – льон-довгунець з підсівом багаторічних трав. Сівозміна має бути насичена проміжними культурами. Після збирання озимої пшениці перед цукровими буряками слід вирощувати післяжнивні культури на зелене добриво, після ячменю перед льоном-довгунцем – післяжнивні на корм або зелене добриво.

На осушених торфоболотних ґрунтах доцільно вводити такі сівозміни: 1, 2, 3 поля – багаторічні травосуміші; 4 – озими зернові+післяжнивні посіви; 5 – кормові суміші з підсівом багаторічних трав або : 1 поле – багаторічні трави; 2 – озима пшениця+післяжнивні культури; 3 – льон, однорічні трави; 4 – озима пшениця+післяжнивні

культури; 5 – кукурудза на силос; 6 – озима пшениця+післяжнивні культури; 7 – картопля; 8 – ячмінь, овес з підсівом багаторічних трав.

Для господарств скотарсько-картопляно-льонарського напрямку рекомендуються такі сівозміни: 1 поле – багаторічні трави; 2 – озимі зернові; 3 – льон-довгунець; 4 – озимі зернові; 5 – картопля; 6 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав. У другому полі сівозміни після озимих зернових перед льоном і 4-му після озимих зернових перед картоплею слід вирощувати післяжнивні культури на корм і зелене добриво.

Друга сівозміна: 1 поле – багаторічні та однорічні трави; 2 – озимі зернові; 3 – льон-довгунець; 4 – озимі зернові; 5 – картопля, кормові коренеплоди, кукурудза; 6 – озимі і ярі зернові з підсівом багаторічних трав. У сівозміні проміжні культури можна вирощувати на 33 % сівозмінної площі: післяжнивні на зелений корм і зелене добриво у другому полі після озимих зернових перед льоном-довгунцем та в 4-му полі – після озимих зернових перед картоплею, кукурудзою, кормовими коренеплодами.

Третя сівозміна: 1 поле – люпин на зерно або зелений корм; 2 – озимі зернові; 3 – рання картопля; 4 – озима пшениця; 5 – льон-довгунець; 6 – озиме жито. У цій сівозміні доцільно мати 33% посівів післяжнивних культур, а саме: у другому – полі після озимих зернових перед ранньою картоплею і 4-му – після озимої пшениці перед льоном-довгунцем.

Біля тваринницьких комплексів і орендних ферм, а також поблизу літніх таборів худоби впроваджують кормові (прифермські) сівозміни для вирощування зелених і соковитих кормів з таким чергуванням культур: поля 1, 2 – багаторічні трави; 3 – озимі на зелений корм+післяжнивні посіви однорічних трав; 4 – суміш кукурудзи з бобовими на зелений корм і силос; 5 – кормові коренеплоди; 6 – однорічні трави на зелений корм, овес на зерно з підсівом багаторічних трав.

У 3-му полі сівозміни слід вирощувати три врожаї на рік: озимі на зелений корм, горох з вівсом і підсівні посіви. У 4-му полі після сумішей на зелений корм перед кормовими коренеплодами слід вирощувати післяжнивні культури. Тобто, у сівозміні можна вирощувати 33 % післяжнивних культур на зелений корм і зелене добриво.

На дерново-підзолистих ґрунтах вводять таку сівозміну: 1 поле – суміш люпину з вівсом на зелений корм; 2 – озиме жито на зелений

корм+підсівні однорічні трави; 3 – силосні культури, коренеплоди; 4 – вико-вівсяна суміш на зерно і зелений корм. У другому полі сівозміни доцільно вирощувати три врожаї, тобто озимі проміжні, однорічні трави та післяжнивні культури; у 4-му полі після вико-вівсяної суміші на зелений корм перед сумішкою люпину з вівсом вирощують післяжнивні культури. Отже, сівозміна насичена проміжними посівами на 50% сівозмінної площі. Ці посіви рекомендується використовувати на корм і зелене добриво.

Виходячи із структури посівних площ, на дерново-підзолистих оглеєних ґрунтах доцільно запроваджувати 6-пільні сівозміни з розміщенням льону у двох полях: 1 поле – багаторічні трави на корм, сінаж і силос; 2 – озимі на зерно (гною 20-25 т/га); 3 – льон-довгунець (на низинах), яра й озима вика на зерно; 4 – озимі на зерно, озимі на корм з післяжнивними і післяжнивними посівами; 5 – картопля, кормові коренеплоди; 6 – ярі колосові з підсівом багаторічних трав, люпин на зерно, льон-довгунець (на низинах). У другому полі після озимих на зерно перед льоном-довгунцем слід вирощувати післяжнивні культури на зелене добриво.

На дерново-підзолистих піщаних і глинисто-піщаних ґрунтах з неглибоким орним шаром, що зазнають вітрової ерозії, запроваджують 4-пільні сівозміни: 1 поле – картопля; 2 – ярі колосові+післяжнивні посіви; 3 – люпин на сидерат і корм; 4 – озиме жито+післяжнивні на зелене добриво.

На осушених глибоких торфовищах сівозміни мають сприяти сповільненню розкладання торфу та знищенню бур'янів, насамперед агротехнічними заходами: поля 1, 2, 3 – лучні багаторічні трави; 4 – озимі на зерно, льон-довгунець+післяжнивні культури; 5 – картопля, кормові буряки, кукурудза; 6 – кормові суміші на сінаж і монокорм з літньою сівбою багаторічних трав.

На торфованих ґрунтах доцільною є 4-пільна сівозміна: поля 1, 2 – багаторічні трави; 3 – озимі, льон довгунець+післяжнивні посіви; 4 – кормові суміші з літньою сівбою багаторічних трав.

На мінеральних осушених ґрунтах з добре відрегульованим водноповітряним режимом багато гумусу мінералізується під високоінтенсивними культурами: кормовими буряками, картоплею, кукурудзою, овочевими, зерновими та зернобобовими. Чергування культур у сівозміні таке: поле 1 – багаторічні трави; 2 – озимі зернові; 3 – картопля,

коренеплоди; 4 – кукурудза на зелений корм; 5 – зернобобові; 6 – озими та ярі зернові з підсівом багаторічних трав.

На осушених, бідних на гумус, піщаних та супіщаних ґрунтах доцільна така сівозміна: поле 1 – люпин; 2 – озимі зернові; 3 – картопля; 4 – льон-довгунець; 5 – озимі зернові. У другому полі сівозміни після озимих зернових перед картоплею слід вирощувати післяжнивні культури на зелене добриво.

На добре осушених торфоболотних та торф'яних ґрунтах необхідно впроваджувати сівозміни з таким чергуванням культур: поле 1 – багаторічні трави; 2 – однорічні трави; 3 – картопля, коренеплоди; 4 – ярі зернові на зелений корм; 5 – вико-овес з підсівом багаторічних трав. У другому полі (однорічних трав) можна вирощувати три врожаї – озимий ріпак на зелений корм, суміш гороху з вівсом на зелений корм і гірчицю білу або редьку олійну на зелене добриво. Після ярих зернових (поле 4) слід вирощувати післяжнивні культури.

Друга сівозміна: поля 1, 2, 3 – багаторічні трави; 4 – льон-довгунець, озимі на зелений корм; 5 – картопля; 6 – ярі зернові; 7 – вико+овес з підсівом багаторічних трав. У 4-му полі після льону-довгунця перед картоплею слід вирощувати післяжнивні на зелене добриво, після озимих на зелений корм – горохо-вівсяну суміш на зелений корм і третьою культурою – гірчицю на зелене добриво, після ярих зернових (поле 6) – післяжнивні на зелене добриво.

Третя сівозміна: поля 1, 2, 3 – багаторічні трави; 4 – озимі на зелений корм; 5 – картопля; 6 – коренеплоди, кукурудза; 7 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав. У 4-му полі можна вирощувати три врожаї – озимий ріпак, горох з вівсом, післяжнивні культури.

У *Передкарпатській зоні* переважають дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти, пілувато-легкосуглинкові за гранулометричним складом, перезволожені. Вони безструктурні, тому швидко запливають і ущільнюються після випадання дощів. Причиною перезволоження є низька водопроникність щільного ілов'яльного горизонту.

Дерново-опідзолені ґрунти досить родючі, проте мають кислу реакцію. У заплавах річок трапляються лучно-болотні й дернові ґрунти. Вони родючі, проте перезволожені. Для підвищення родючості ґрунтів Передкарпаття важливе значення, крім удобрення, вапнування й осушення, має впровадження сівозмін з проміжними культурами.

У господарствах Передкарпаття рекомендовані такі сівозміни.

Перша: поле 1 – конюшина; 2 – озима пшениця; 3 – вико-вівсяна суміш на зелений корм+райграс однорічний; 4 – озиме жито на зелений корм+райграс однорічний; 5 – озиме жито на зелений корм+ люпин із соняшником і кукурудзою; 6 – цукрові й кормові буряки; 7 – вико-вівсяна суміш з підсівом багаторічних трав.

Друга: поле 1 – конюшина; 2 – озимі зернові; 3 – картопля, кормові буряки; 4 – льон-довгунець, однорічні трави; 5 – озимі зернові; 6 – кукурудза на силос, люпин на зелену масу і зерно; 7 – озиме жито і ярі зернові з підсівом конюшини. У другому полі після озимих зернових перед картоплею і кормовими буряками слід вирощувати післяжнивні культури і використовувати їх на зелене добриво або зелений корм. Після озимих зернових 5-го поля перед кукурудзою створюються сприятливі умови для вирощування озимої свиріпи, ріпаку й пер-ко на зелений корм.

Третя: поля 1, 2 – багаторічні трави; 3 – озимі зернові; 4 – льон-довгунець, однорічні трави; 5 – озимі зернові; 6 – картопля та інші просапні культури; 7 – овес із підсівом суміші конюшини з тимофіївкою.

Лісостеп. Ґрунтові й кліматичні умови зони дуже сприятливі для озимої пшениці, ярого ячменю, гороху, цукрових буряків та багатьох кормових культур. Тут вирощують молочно-м'ясну худобу, свиней і птицю. Враховуючи таку спеціалізацію господарства, Інститут землеробства УААН рекомендує такі орієнтовні схеми сівозмін: поле 1 – багаторічні трави; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки; 4 – ячмінь (кукурудза на зерно); 5 – зернобобові; 6 – озима пшениця; 7 – цукрові буряки; 8 – кукурудза на силос; 9 – озима пшениця; 10 – ячмінь, овес з підсівом трав.

У сівозміні достатньо місця для післяжнивних культур на корм і зелене добриво. Так, після озимої пшениці (поля 2, 6) перед цукровими буряками можна вирощувати однорічні бобові культури на зелене добриво або на зелений корм, а перед ячменем (поле 9) – ще і капустяні, кукурудзу тощо. У першому випадку післяжнивні посіви збагачують ґрунт на органічну масу, поліпшують його фізичні властивості; у другому, крім того, поліпшують фітосанітарний стан ґрунту.

У багатьох господарствах переважають 8-пільні сівозміни, або так звані здвоєні чотирипільки: поле 1 – багаторічні трави; 2 – озимі на

зерно; 3 – цукрові буряки, кормові коренеплоди, картопля, кукурудза; 4 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав. У сівозміні в полі озимих на зерно перед цукровими буряками можна розміщувати післяжнивні культури на зелене добриво і зелений корм.

У господарствах буряко-зерно-тваринницького напрямку у структурі посівних площ зернові культури становлять 48-50 %, цукрові буряки – 18-20%, картопля та овочі – 5-6 %, кормові культури – 29-30 %, у тому числі багаторічні трави – до 15-16 %. Така структура посівних площ є основою наступних сівозмін: поле 1 – багаторічні й однорічні трави; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки; 4 – ячмінь, гречка, просо; 5 – кукурудза на силос; 6 – озима пшениця+післяжнивні культури; 7 – горох; 8 – озима пшениця+післяжнивні культури; 9 – цукрові і кормові буряки, картопля; 10 – ячмінь, овес з підсівом багаторічних трав. У цій сівозміні 20 % становлять післяжнивні культури. Для надходження зеленої маси навесні доцільно у збірному полі 4 після ячменю вирощувати озимі проміжні культури. Після озимої пшениці перед цукровими буряками можна вирощувати горох та його суміші, а також капустияні на зелене добриво.

У господарствах західного й центрального Лісостепу структурою посівних площ передбачено 55-60 % посівів зернових, 20-25 % – цукрових і кормових буряків та 23-25 % – кормових культур. Виходячи з цього, впроваджують сівозміни з таким чергуванням культур: поле 1 – багаторічні трави; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки; 4 – ячмінь; 5 – зернобобові; 6 – озима пшениця; 7 – цукрові буряки, кормові коренеплоди, картопля; 8 – кукурудза на силос; 9 – озима пшениця, ячмінь з підсівом багаторічних трав. У полях 2 та 6 після озимої пшениці перед цукровими буряками вирощують бобові культури на зелене добриво, в полі 4 після ячменю перед зернобобовими – гірчицю білу та редьку олійну.

Поширеною є також така сівозміна: поле 1 – багаторічні трави; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки; 4 – кукурудза на зерно; 5 – зернобобові; 6 – озима пшениця; 7 – цукрові буряки; 8 – кукурудза на силос і зелений корм; 9 – озима пшениця; 10 – ячмінь, овес з підсівом багаторічних трав. У полях 2 та 6 після озимої пшениці перед цукровими буряками післяжнивно вирощують капустияні культури на зелене добриво, у полі 9 після озимої пшениці перед якими зерновими – гірчицю білу, редьку олійну, соняшник та їх суміші на зелений корм.

Розповсюджені також сівозміни з короткою ротацією, особливо у фермерських господарствах.

Перша сівозміна: поле 1 – багаторічні трави; 2 – озимі зернові; 3 – цукрові буряки; 4 – ярі зернові з підсівом багаторічних трав. У другому полі сівозміни після озимих зернових культур перед цукровими буряками можна вирощувати післяжнивні культури на зелене добриво і зелений корм (25 % сівозмінної площі).

Друга сівозміна: поле 1 – багаторічні трави; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки; 4 – кукурудза на силос і зелений корм; 5 – озимі зернові з підсівом багаторічних трав. У другому полі після озимої пшениці перед цукровими буряками доцільно вирощувати післяжнивні культури на зелене добриво.

Біля тваринницьких комплексів і ферм, у тому числі орендних, ближче до літніх таборів худоби доцільно розташовувати кормові сівозміни для вирощування зелених і соковитих кормів.

Перша сівозміна: поля 1, 2, 3 – люцерна або люцерна з конюшиною; 4 – коренеплоди; 5 – картопля; 6 – ячмінь з підсівом багаторічних трав.

Друга сівозміна: поля 1, 2 – конюшина з тимофіївкою; 3 – озимий ріпак на зелений корм+післяжнивна кукурудза; 4 – суміш кукурудзи з бобовими на зелений корм і силос; 5 – кормові коренеплоди; 6 – однорічні трави на зелений корм, овес на зерно з підсівом суміші конюшини з тимофіївкою.

Степова зона займає південну і південно-східну частину України. На її частку припадає найбільша в країні площа усіх сільськогосподарських угідь, які перебувають у користуванні – 45,9 %. Ґрунтово-кліматичні умови північного Степу сприятливі для вирощування високих урожаїв зернових, особливо озимої пшениці, а також кукурудзи, соняшнику, конопель, овочево-баштанних та плодових культур. У господарствах південного Степу вирощують високі врожаї соняшнику, зернових, рису, кукурудзи, розвинене баштанництво. Структура посівних площ залежить від ґрунтово-кліматичних умов та спеціалізації господарства.

У господарствах зерно-олійно-тваринницького напрямку під зернові відводять 55-60 %, технічні – 10-20 %, кормові – 20-25 % площі з нижчеподаним чергуванням культур.

У північних районах зони: поле 1 – пар чорний і зайнятий; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки; 4 – ярі зернові; 5 – кукурудза на си-

лос; 6 – озима пшениця; 7 – кукурудза на зерно; 8 – горох, кукурудза на силос; 9 – озима пшениця; 10 – соняшник.

У південних районах: поле 1 – пар чорний; 2 – озима пшениця; 3 – кукурудза на зерно; 4 – ячмінь з підсівом багаторічних трав; 5 – багаторічні трави; 6 – озима пшениця; 7 – кукурудза на силос; 8 – озима пшениця; 9 – соняшник.

У господарствах, які спеціалізуються на виробництві свинини і продукції птахівництва, у сівозмiнах доцiльно вiдводити пiд зерновi 65-70 % площi, технiчнi – 10 % i кормовi – 15-20 % з наступним чергуванням культур. У пiвнiчних районах: поле 1 – пар чорний i зайнятий; 2 – озима пшениця; 3 – цукровi буряки, кукурудза на зерно; 4 – ячмінь з пiдсiвом багаторічних трав; 5 – багаторічні трави; 6 – озима пшениця; 7 – кукурудза на зерно; 8 – соняшник, кукурудза на зерно.

У південних районах: 1 – пар чорний; 2, 3 – озима пшениця; 4 – кукурудза на зерно; 5 – ячмінь з підсівом люцерни на половині поля; 6 – горох, люцерна; 7 – озима пшениця; 8 – кукурудза на силос, однорічні трави на зелений корм, зернобобові; 9 – озима пшениця; 10 – соняшник.

Господарства, що спеціалізуються на вирощуванні нетелей, виробництві молока та яловичини, під зернові в сівозмiнах повиннi вiдводити 45-52 %, технiчнi – 5-10, кормовi – 30-40 % з таким нижчезначеним чергуванням культур.

У північних районах: поле 1 – пар чорний і зайнятий; 2 – озима пшениця; 3 – цукрові буряки, кукурудза на зерно; 4 – ячмінь з підсівом люцерни; 5,6 – люцерна; 7 – озима пшениця; 8 – кукурудза на зерно; 9 – кукурудза на силос, зернобобові; 10 – озима пшениця, ячмінь, соняшник.

У південних районах: поле 1 – пар чорний і зайнятий; 2 – озима пшениця; 3 – кукурудза на зерно; 4 – ячмінь з підсівом еспарцету; 5 – еспарцет; 6 – озима пшениця; 7 – кукурудза на силос і зелений корм, однорічні трави; 8 – озима пшениця, ячмінь; 9 – соняшник.

Для господарств, що спеціалізуються на виробництві молока та овочів (приміські райони): поле 1 – пар чорний і зайнятий; 2 – озима пшениця; 3 – овочі, картопля; 4 – ячмінь; 5 – однорічні трави на зелений корм з підсівом люцерни; 6,7 – люцерна; 8 – озима пшениця; 9 – кукурудза на зерно, коренеплідні кормові культури, рицина; 10 – ячмінь, овес.

Для збільшення виробництва зерна в господарствах зернового напрямку з розвиненим тваринництвом Інститут кормів УААН рекомендує освоювати систему спеціалізованих сівозмiн з короткими ротаціями, яка, залежно від господарських потреб і природних зон, складалася б із сівозмiн рiзних типiв i видiв з неоднаковою кількістю полів. Впровадження таких сівозмiн дає змогу збільшити частку зернових у структурі посівів, розмістити всі культури після кращих попередників. Це, у свою чергу, забезпечує стабільність сівозмiн i валових зборів зерна по роках. Чергування культур у кукурудзяній сівозмiні з короткою ротацією може бути таким: поля 1, 2, 3 – кукурудза на зерно; 4 – кукурудза на силос; 5 – озима пшениця чи ячмінь.

Для господарств свинарського напрямку: поле 1 – пар чорний; 2 – озима пшениця; 3 – кукурудза на зерно; 4 – ячмінь; 5 – горох; 6 – озима пшениця; 7 – соя на зерно; 8 – кукурудза на зерно; 9 – ячмінь; 10 – соняшник.

Спеціальні ґрунтозахисні сівозмiни застосовують на схилах крутизою понад 3° і на легких ґрунтах, що зазнають вітрової ерозії. Підбір, розміщення на полях і чергування культур спрямовані на захист ґрунту від руйнування та підвищення його родючості. Цього досягають збільшенням кількості рослинної органіки, що надходить у ґрунт, і покриттям поверхні поля зеленим килимом рослин, подовженням періоду, протягом якого ґрунт перебуває під захистом надземної маси культур і післязбиральних решток.

При побудові ґрунтозахисних сівозмiн треба обов'язково враховувати ґрунтово-кліматичні умови у зв'язку з особливостями прояву ерозії і неоднаковою здатністю окремих культур використовувати біокліматичний потенціал у конкретних зонах.

Стійкі проти змивання ґрунту культури (багаторічні трави) у ґрунтозахисній сівозмiні займають, як правило, 20-60% і навіть 80% площі у структурі посівних площ, решту – малостійкі однорічні трави та зернові культури.

За даними досліджень Координаційна комісія України із сівозмiн рекомендує комплекс ґрунтозахисних сівозмiн у природних зонах України.

На легкосуглинкових опідзолених змитих ґрунтах Полісся: поля 1, 2 – багаторічні трави; 3 – озимі й післязливні посіви, бажано смугами розміщувати посіви люпину багаторічного; 4 – картопля; 5 – озима

мі, ярі з підсівом багаторічних трав, найкращими з яких є суміші конюшини із злаковими травами, а також багаторічного люпину. Смугами розміщують посіви сільськогосподарських культур у ґрунтозахисних сівозмiнах на схилах із крутизною понад 4°, ширина смуги – до 75 м.

На бiдних піщаних ґрунтах, що зазнають вітрової ерозії, запроваджують сівозмiни з короткою ротацією і таким чергуванням культур: поле 1 – люпин на силос; 2 – озиме жито; 3 – картопля; 4 – озиме жито, ярі зернові. Поля сівозмiни розміщують довшою стороною перпендикулярно до напрямку панівних вітрів. Між полями розташовують смуги шириною до 50 м, на яких вирощують багаторічний люпин.

У Лісостепу рекомендують такі схеми ґрунтозахисних сівозмiн:

1) поля 1, 2 – травосуміші; 3 – озима пшениця; 4 – горох; 5 – озима пшениця; 6 – вика з вівсом і райграсом однорічним; 7 – ячмінь з підсівом травосумішок;

2) поля 1-3 – травосуміші; 4 – кукурудза на зерно між смугами трав; 5 – горох; 6 – озима пшениця; 7 – овес або ячмінь з підсівом травосумішок;

3) на сильно змитих ґрунтах: поля 1-4 – травосуміші; 5 – озимі жито або пшениця; 6 – овес з підсівом травосумішок;

4) поля 1, 2 – багаторічні трави; 3 – три врожаї однорічних культур (озимий ріпак, горох із вівсом і гірчиця біла); 4 – вика з вівсом і райграсом однорічним; 5 – жито на зелений корм із підсівом суміші конюшини з тимофіївкою;

5) поля 1-3 – багаторічні трави; 4 – зернобобові; 5 – озимі на зелений корм з підсівом багаторічних трав (люцерни).

Для піщаних ґрунтів, що місцями трапляються в лісостеповій зоні, рекомендується така ґрунтозахисна сівозмiна: поля 1, 2 – люпин багаторічний; 3 – озиме жито; 4 – зернобобові; 5 – ярі з підсівом люпину багаторічного.

На дерново-підзолистих ґрунтах Передкарпаття:

1) поля 1, 2 – травосуміші; 3 – озимі+післяжнивні посіви; 4 – однорічні трави, льон; 5 – озимі; 6 – картопля та інші просапні; 7 – озимі та ярі зернові з підсівом травосуміші;

2) на бiдних ґрунтах: 1 – люпин; 2 – озиме жито і післяжнивні посіви; 3 – картопля; 4 – овес.

У господарствах *гірських районів Карпат*, відповідно до ґрунтових умов і рельєфу місцевості, рекомендуються такі ґрунтозахисні сівозмiни:

1) на схилах крутизною 6-10°: поля 1, 2 – травосуміші; 3 – картопля (розміщення смугами); 4 – кукурудза на силос; 5 – овес із підсівом травосумішок;

2) поля 1-3 – травосуміші; 4 – картопля смугами при чергуванні з багаторічними травами; 5 – зернобобові, льон; 6 – однорічні трави, зернові з підсівом травосуміші.

На Гірсько-Карпатській зональній сільськогосподарській дослідній станції на схилах крутизною 14° введено ґрунтозахисну сівозмiну з таким чергуванням культур: поля 1-3 – травосуміші; 4 – картопля; 5 – силосні, льон, зернові з підсівом травосуміші. Таке розміщення посівів зменшило змивання ґрунту в 5,3 рази (Пастушенко В.О., 1972).

Господарствам, розміщеним у Закарпатській низовині, можна рекомендувати таку ґрунтозахисну сівозмiну: 1 – конюшина; 2 – озима пшениця; 3 – картопля, коренеплоди, тютюн; 4-6 – кукурудза; 7 – ярі зернові з підсівом конюшини.

ґрунтозахисні сівозмiни, насичені багаторічними й однорічними травами та проміжними посівами, забезпечували високу продуктивність та покриття ґрунту рослинами.

Для *центральної і західної частини Степу* найбільш прийнятними є ґрунтозахисні сівозмiни такої орієнтовної схеми: поля 1, 2 – багаторічні трави; 3 – озима пшениця; 4 – кукурудза на зерно між смугами однорічних трав; 5 – ярі колосові з підсівом суміші багаторічних бобових і злакових трав.

Для *районів південного та східного Степу* характерні сівозмiни:

1) поля 1, 2 – багаторічні трави; 3 – озиме жито; 4 – кукурудза на силос; 5 – однорічні трави з підсівом багаторічних трав; 2) поля 1-3 – багаторічні трави; 4 – озиме жито; 5 – кукурудза на силос і зелений корм; 6 – ярі колосові; 7 – однорічні трави з підсівом багаторічних трав; 3) поля 1, 2 – еспарцет на сіно; 3 – суданська трава; 4 – злакобобові суміші на корм з підсівом еспарцету (у господарствах з розвинутим тваринництвом).

При освоєнні ґрунтозахисних сівозмiн господарства переносять або відновлюють межі полів і робочих ділянок, закріплюють їх межовими знаками, складають план переходу до запроєктованих сіво-

змін і освоєння їх у найближчі 2-3 роки. Ведуть також агротехнічні картки і паспорт поля, книгу історії полів. Технологічні операції здійснюють з урахуванням крутизни схилу, стану поля, біологічних особливостей культури, наявності добрив, пестицидів, машин тощо.

Використання земель з урахуванням крутизни схилу, ступеня їх еродованості дає змогу зважати на екологічні умови, біологічні особливості сільськогосподарських культур і цим самим забезпечувати раціональне диференційоване ведення землеробства, сприятливі умови для збереження і підвищення родючості ґрунту та врожайності сільськогосподарських культур.

2.1.3. Спеціальні протиерозійні заходи на орних землях

Велике, а інколи й вирішальне, значення для захисту ґрунту від водної і вітрової ерозії має його *протиерозійний обробіток*. Загальна його мета полягає в тому, щоб поліпшити водопроникність ґрунту, зменшити водозбірну площу, запобігти нагромадженню талих та дощових вод, створити перешкоди на шляху руху води, які б розсіювали її потоки, відводити потоки води в безпечні щодо ерозії місця тощо. Найважливішими протиерозійними заходами обробітку ґрунту є такі: оранка впоперек схилу; контурний обробіток; оранка з ґрунтопоглиблювачами або плугом з вирізними корпусами; плоскорізний обробіток із збереженням на поверхні ґрунту стерні; комбінований обробіток; ступінчаста оранка з використанням плугів, у яких парні корпуси встановлюють на 10-12 см глибше; оранка з одночасним формуванням на полі протиерозійного нанорельєфу (борозни, валики, переривчасті борозни, лунки); смугове розпушування ґрунту; щілювання посівів і ґрунту; застосування мінімального обробітку ґрунту; кротування; борознування; лункування тощо.

Систему протиерозійних заходів механічного обробітку ґрунту здійснюють під час основного, передпосівного та міжрядного його обробітків. Основний обробіток ґрунту на схилах проводять лише впоперек схилу або по горизонталях. При цьому кожна борозна, кожний гребінь ріллі перешкоджають поверхневому стоку води, зменшують змив і збільшують запаси вологи у ґрунті.

Оранка впоперек схилу, як свідчать численні досліді, узагальнені Г.А.Черемисовим, зменшує змив ґрунту залежно від місцевих погод-

них і ґрунтових умов у 2-4 рази, скорочує стік у 1,8-18 разів, збільшує запаси ґрунтової вологи на 30-95 % і підвищує врожай на 3-80 %. При її проведенні на схилах крутизною 1-1,5° глибока оранка запобігає стіканню води по схилу, повністю припиняє змив ґрунту і підвищує врожайність сільськогосподарських культур. За даними Сумської дослідної станції, у середньому за 1968-1973 рр. урожайність пшениці після звичайної оранки становила 36,2 ц/га, змив ґрунту – 108,1 м³/га, із збільшенням глибини орного шару – відповідно 37,4 і 59,2, а із щілюванням – 39,6 і 23,9 м³/га. У досліді НДІЗ Центрально-Чорноземної смуги після оранки уздовж напрямку схилу змив ґрунту становив 24,3, а після оранки впоперек – лише 2,9 м³/га.

На більш крутих і складних схилах ефективнішою виявилася *контурна оранка*, оскільки при оранці впоперек схилу внаслідок перетину горизонталей його під деяким кутом можлива концентрація стоку води. Контурний обробіток ґрунту виконують точно по горизонталях, оскільки це сприяє зменшенню поверхневого стоку і змиву на більшості схилів. Проте, на схилах крутизною понад 4° і з великим водозбором, коли ґрунт не може увібрати всю воду і можливий великий її стік після оранки по горизонталях, цей захід є малоефективним (Трофимов С.Н., 1984).

Велике протиерозійне значення має *поглиблення орного шару ґрунтів* (світло-сірих, сірих, дерново-підзолистих, бурих лісових) з малим гумусовим горизонтом. Його проводять плугами із ґрунтопоглиблювачами, чизелями, розпушувачами РУ-45, РУ-60. За даними П.С.Захарова, поглиблення оранки до 30-35 см на південних чорноземах сприяло збільшенню запасів вологи в метровому шарі на 25-40 мм, зменшенню змиву ґрунту удвічі, підвищенню врожайності зернових культур на 2-2,5 ц/га. Способи глибокого обробітку ґрунту слід диференціювати відповідно до рельєфу площі. Так, на верхніх ділянках схилу, які розміщені біля вододілу і мають типовий для даного району тип малозмитого ґрунту, оранку можна проводити на повну глибину. На нижніх частинах схилу ґрунти, як правило, малоструктурні, сильнозмиті, з неглибоким гумусовим горизонтом. Щоб запобігти вивертанню на поверхню малородючого шару ґрунту, орати треба на меншу глибину, а підорний шар розпушувати ґрунтопоглиблювачами чи плугами з вирізними полицями.

Протиерозійний глибокий, мілкий і поверхневий обробіток ґрунту полицевими, чизельними, дисковими і плоскорізними знаряддями

залежить від ґрунтово-кліматичних умов, особливостей вирощування культури й попередника. Наприклад, під озимі зернові після зернобобових культур, однорічних трав, кукурудзи на зелений корм та силос на полях, не засмічених багаторічними бур'янами, найдоцільніше проводити поверхневий обробіток ґрунту, який забезпечує, по-перше, краще нагромадження вологи в ґрунті на час сівби озимих і початок росту рослин; по-друге, близьку до оптимальної щільності ґрунту; по-третє, скорочує тривалість несприятливого впливу токсинів на схожість насіння; по-четверте, підвищує продуктивність праці і знижує енергетичні затрати на 30-40 %, сприяє підвищенню врожайності на 2,5-3 ц/га і більше.

Дослідження Інститутів землеробства і охорони ґрунтів УААН засвідчили доцільність чергування полицевого, плоскорізного, чизельного й поверхневого обробітку ґрунту в сівозмінах Лісостепу і Степу. Однак, при цьому слід диференціювати агротехнічні заходи з проведення сівби і догляду за сільськогосподарськими культурами. Коли, наприклад, схожість насіння цукрових буряків на фоні оранки прийняти за 100 %, то після плоскорізного обробітку вона становитиме 79, поверхневого – 47,5 %. Зниження схожості насіння ярих зернових культур є меншим і становить 12-16 %. До того ж забур'яненість просяпних культур у дослідках на фоні плоскорізного і поверхневого обробітку ґрунту зростала відповідно в 2,5 і 3,2 рази, порівняно з оранкою. Слід зазначити, що при поверхневому загортанні органічних добрив зменшується їх ефективність. Поживні речовини можуть легко вимиватися з кореневмісного шару ґрунту і забруднювати навколишнє середовище. Вміст кишкової палички в талих водах від внесення гною під плоскорізний обробіток був у 100 разів вищий, ніж під оранку.

Застосування комплексу ґрунтообробних знарядь, який складається із плоскорізів і чизелів різних типів та голчастих борін, є не тільки ефективним запобіжним заходом проти дефляції, а й сприяє значному зменшенню стоку талих і зливових вод, а також змиванню ґрунту в осінньо-зимовий період. Залишені на поверхні поля рослинні рештки сприяють збільшенню товщини снігового покриву. При цьому ґрунт промерзає на меншу глибину, раніше розмерзається, завдяки чому на таких полях краще акумулюються весняні талі води. Рослинні рештки, що збереглися на поверхні ґрунту при плоскорізному або чизель-

ному обробітку, також захищають його від руйнівної дії дощових крапель і вітру. У спільних дослідках Інституту охорони ґрунтів УААН та Хмельницької обласної сільськогосподарської дослідної станції змив ґрунту після полицевої оранки становив 26,8, а після плоскорізного обробітку – 19 м³/га.

Оранка й інші види обробітку ґрунту, проведені впоперек схилу, ефективно запобігають водній ерозії на схилах із крутизною до 3°. При більшій крутизні схилів для регулювання весняного поверхневого стоку рекомендується застосовувати спеціальні заходи зяблевого обробітку, які забезпечують створення на поверхні поля водозатримуючого мікрорельєфу.

У землеробстві поширені різні варіанти *комбінованої оранки* (Рубін С.С. та ін., 1980). *Ступінчасту (різноглибинну)* оранку проводять плугами загального призначення, у яких парні корпуси монтують із стояками, на 5-10 см довшими від непарних (стандартних). При оранці таким плугом утворюється нерівне дно борозни і гребенистий профіль ріллі, які стримують внутрішньоґрунтовий стік і зменшують дію водної ерозії.

Комбіновано-ступінчасту оранку виконують плугами, з яких знімають полиці через корпус і встановлюють їх на 10-12 см глибше від інших, у результаті чого утворюється дуже гребениста поверхня, яка сприяє затриманню і зменшенню стоку води.

Комбіновану оранку виконують чотирикорпусним плугом із знятими через корпус полицями, за якими залишається на поверхні ґрунту стерня, що зменшує розмивання ґрунту. Таким плугом створюється мікрорельєф, який підвищує поглинання води ґрунтом.

На рівних схилах крутизною понад 2-3° рекомендується проводити *гребеневу оранку* плугами загального призначення з видовженими до 40-45 см полицями на передостанньому корпусі (промислова марка КВ-1). Такі полиці можна виготовити в господарстві зварюванням двох звичайних полиць. Полиці скидають скибу на попередню, і на полі утворюються вали 20-25 см заввишки та відкриті борозни, в яких затримується вода. Запаси води у ґрунті після гребеневої оранки збільшуються на 30-35 мм, а врожайність зернових – у середньому на 2-3 ц/га. Проте, на складних схилах вали і борозни іноді розміщуються вздовж схилу, і вода стікає в понижені місця. Коли вона переповнює борозну в котловані, вал проривається, вода хлине вниз по схилу і

може прорвати розміщені нижче вали, що призведе до утворення ви-моїн. Щоб запобігти цьому, проводять *перехресне обвалування* плу-гом з видовженою полицею в агрегаті з валкоутворювачем. При цьо-му видовжена полиця утворює вали, спрямовані впоперек схилу, а валкоутворювач – валки-перемички. На зораному полі утворюються ділянки розміром 1,4х2,3 м, оточені валками з чотирьох сторін, які запобігають стіканню води у будь-якому напрямі.

На складних схилах найефективнішими способами обробітку зябу є лункування, переривчасте та перехресне борознування. При *лунку-ванні* на поверхні поля утворюється густа мережа (до 11 тис.) замкну-тих заглиблень (лунок) емкістю по 20-25 л, що становить близько 250 м³/га. При переривчастому борознуванні на 1 га утворюється майже 4000 коритоподібних заглиблень емкістю по 70-80 л, що ста-новить 300 м³/га.

Лункування можна проводити одночасно з оранкою за допомогою однієї батареї лункоутворювача або пристосування ПРНТ-90000А, під час осіннього обробітку раннього зябу – лункоутворювачем ЛОД-10 або пристосуваннями ПЛДГ-10 і ПЛДГ-5 до луцильників ЛДГ-10 і ЛДГ-5. Переривчасте борознування проводять одночасно з оранкою плугом ПЛН-4-35 із пристосуванням ПРНТ-70000 або УБН-1-35.

Перехресне борознування виконують культиватором з підгорталь-ником типу ПВМ. Перший прохід культиватора роблять уздовж, а другий – упоперек схилу.

Лункування доцільно застосовувати на схилах крутизною до 5°, а переривчасте борознування – на більш складних схилах. Запаси вологи в Лісостепу на схилах, де проведено лункування зябу, за даними А.С.Скородумова, майже завжди на 150-200 м³ більші, ніж після звичайної оранки упоперек схилу. Врожайність зернових при цьому підвищується на 1,5-2 ц/га, а змив ґрунту зменшується на 30-40 % (табл. 26). За даними Інституту землеробства західних районів України, на сірих опідзолених ґрунтах завдяки борозну-ванню в осінньо-весняний період зменшилося змивання ґрунту в середньому за 3 роки в 7,3 рази, а врожай кукурудзи на силос під-вищився на 27 ц/га.

На схилах підвищеної крутизни, де значно знижується ефектив-ність борознування і лункування, рекомендується ширше застосову-вати щілювання і кротування.

Таблиця 26 – Вплив протиерозійного обробітку зябу на схилах на змивання ґрун-ту і врожайність ячменю

Спосіб обробітку	Змивання ґрунту весняними талими водами, м ³ /га	Врожайність ячменю	
		ц/га	%
Оранка впоперек напрямку схилу	24, 1	16, 5	100
Оранка впоперек напрямку схилу з лункуванням	6, 3	19, 6	119
Оранка впоперек напрямку схилу з переривчастим борознуванням	5, 0	20, 0	120

Щілювання – це захід обробітку ґрунту щілинорізами, який забезпе-чує глибоке нарізання щілин для підвищення водопроникності ґрун-ту. Цей простий і доступний захід забезпечує зменшення змиву ґрун-ту в 2-3 рази, сприяє додатковому нагромадженню вологи і значно підвищує врожайність сільськогосподарських культур. Щілювання зябу проводять упоперек схилу на глибину 50-70 см і з шириною щі-лин 3-5 см. Щоб щілини не забивалися землею і не запливали протя-гом 3-5 років, їх заповнюють соломкою, стернею, післяжнивними ре-штками, тирсою. Цей захід зветься *вертикальним мульчуванням*. При його застосуванні вбирання вологи ґрунтом збільшується на 50%, а врожай ячменю – на 1,9 ц/га.

Відстань між суміжними проходами агрегату встановлюється за-лежно від крутизни схилу: на багатоскатних схилах перший слід агре-гату доцільно позначати віхами. На слабозмитих ґрунтах щілини наріза-ють через 12-15 м, середньозмитих – 8-10 м, сильнозмитих – 3-4 м. Цей агрозахід слід проводити щілинорізами ЩП-000 (ЩП-3-70), ЩН-2-140, а також переобладнаними плоскорізами та плугами-газелями.

Робочі органи у щілиноріза розміщують так, щоб вони нарізали щілини по сліду гусениць трактора і не залишали ущільнених колій, які посилюють ерозію. Щілювання зябу слід проводити пізно восени перед замерзанням ґрунту або коли він промерзне на 4-6 см.

Основна вимога до щілювання посівів – мінімальне пошкодження рослин щілинорізом, колесами й гусеницями трактора. Тому ширина щілини зверху повинна становити 25-45 мм.

Щілювання проводять також на посівах озимих і ярих культур, ба-гаторічних трав і на пасовищах. Цей агрозахід проводять до або після сівби, і пшеницю сіють упоперек схилу, так, щоб рядки обов'язково перетиналися із щілинами під якомога меншим кутом. Тоді вода, що

нагромаджується в міжряддях, гарантовано перехоплюватиметься щілинами.

Розпушувальне долото для щілювання зябу встановлюють під кутом 30°, а на посівах озимих культур та багаторічних трав – 10°. Слід зауважити, що щілювання ґрунту під озимі зернові краще проводити перед сівбою їх – щілинорізом в агрегаті з кільчасто-шпоровим котком. В умовах Передкарпаття нарізання щілин підвищує водопроникність ґрунту на 1,11 мм/хв і зменшує змив його у 2,3 рази.

У дослідях Луганського ДАУ (Бондар Д., Гнатенко О., Мамикін І., 1972) ефективність щілювання в пониженні стоку води була найбільшою, коли його проводили в посівах озимої пшениці перед замерзанням ґрунту. На 25-35 мм більше вологи нагромаджувалося за рахунок зимових опадів переважно в роки із значним сніговим покривом. Зона додаткового зволоження ґрунту на щілинах найчастіше розміщувалась на глибині більше як 100 см і поширювалася на відстань до 150 см вниз по схилу і 80 см вверх від щілин (табл. 27).

Таблиця 27 – Ефективність щілювання ґрунту щодо нагромадження та збереження вологи, мм у 1,5-метровому шарі ґрунту

Строки визначення	Без щілювання	У зоні щілини	На відстані від щілини, см			
			30	60	90	120
Відновлення вегетації	118	147	159	133	123	119
Вихід в тубку:						
щілина відкрита	69	32	43	68	67	67
щілина закрита	69	57	83	79	72	67

Недоцільно проводити щілювання на складних з багатьма видолінками схилах, оскільки нарізувати щілини на них по лініях, близьких до горизонталей, технічно важко. Лише при наявності постійних орієнтирів щілювання є ефективним і на цих полях.

Суть кротування полягає в тому, що на глибині 40-50 см спеціальним пристроєм (дренером) створюють систему пустот (кротовин) діаметром 6-8 см на відстані 0,7-1,4 м одна від одної. Кротування проводять одночасно із щілюванням. Вода надходить у кротовину крізь щілину, яку прорізує ножом щілиноріз. Кротування поліпшує водопроникність ґрунту і розподіл вологи по профілю його. В умовах надмірного зволоження кротування сприяє відтоку надмірної вологи при таненні снігу і зливових дощах. За допомогою цього агротехнічного заходу імітуються природні кротовини, які мають велике зна-

чення для регулювання поверхневого стоку, поліпшення водно-повітряного режиму ґрунту. Кротовини залишаються ефективними протягом 3-4 років.

Кротування збільшує запаси вологи в ґрунті до 300 м³/га, тобто сприяє засвоєнню 40-50 % весняного стоку талих вод.

2.1.4. Смугове розміщення сільськогосподарських культур

Для посилення ґрунтозахисної ролі сівозмін за інтенсивних процесів водної або вітрової ерозії в системі заходів КМЗ культури потрібно розміщувати смугами. Як захід боротьби з ерозією, смугове розміщення культур відоме давно. Протиерозійна дія його полягає в розпиленні стоку талих і зливових вод з наступною кольматацією продуктів змиву (Зайцев В.Н., 1979; Медведєв І.В., 1980), а також у зменшенні швидкості та шляху пилеповерхняного потоку над незахищеною поверхнею ґрунту і в зниженні її дефляції (Соболев С.С., 1961).

У смуговому землеробстві на полях чергуються агрофони, які по-різному захищають ґрунт. На смугах з різними проективним покриттям і водопроникністю успішно гальмується стік, поглинається вода ґрунтом і зменшується вітер. Ґрунт, змитий на окремих смугах (пар, просапні культури), затримується сусідньою смугою або іншим агрофоном із багаторічних трав, культур суцільної сівби тощо.

При виборі чергування смуг треба враховувати показники ерозійної небезпеки різних культур. Так, коефіцієнт ерозійної небезпеки чистого пару становить 1, просапних культур – 0,75-0,8, ярих зернових – 0,35-0,5, озимих – 0,3, багаторічних трав – 0,08-0,01, у тому числі першого року використання – 0,08, другого – 0,03, третього – 0,01.

Для розміщення сільськогосподарських культур смугами потрібно, щоб частина кожного поля була вкрита рослинністю або стерньовими рештками культур суцільного способу сівби, які запобігатимуть утворенню струминних і борозенно-струминних вимоїн, зменшуватимуть або припинять змивання ґрунту, запобігатимуть виникненню лавинних ефектів під час пилових бур. У таких смугах опади затримуються, розподіляються між рослинами і краще поглинаються ґрунтом. У зимовий період таке розміщення культур сприяє нагромадженню і рівномірному розподілу снігу на схилі, що створює сприятливі умови для росту і розвитку рослин по всій площі поля.

На рельєфній місцевості культури розміщують смугами відповідно до розроблених і винесених в натуру проєктів. Як правило, смуги розміщують на схилах крутизною понад 3° у ґрунтозахисних сівозмінах. Довгі межі смуг розміщують у напрямі горизонталей або перпендикулярно до напрямку ерозійних процесів. У зоні достатнього зволоження, де смуги повинні сприяти ерозійно безпечному відведенню води з полів борознами, їх розміщують під кутом 2-3° до напрямку горизонталей.

Найбільш прийнятні для смугового розміщення посівів прямі й увігнуті схили (Товстих Г.І., Головка Г.І., 1985), де межі смуг розміщують у вигляді прямих або кривих паралельних ліній, максимально наближених до напрямку горизонталей місцевості. На складних схилах із сильно розвиненими ерозійними процесами передбачають контурно-смугове розміщення. Слід зауважити, що при великій кількості улоговин на схилі ефективність цього заходу знижується, оскільки знижується продуктивність агрегатів та збиральної техніки, погіршується якість їх роботи, знижується ґрунтозахисна ефективність.

Дослідження, проведені Донецькою протиерозійною дослідною станцією в 5-ти пільній ґрунтозахисній сівозміні (поле 1 – кукурудза на зелений корм+еспарцет; 2 – еспарцет; 3 – озима пшениця; 4 – кукурудза на силос; 5 – озима пшениця) на схилах 3-7°, показали, що смугове розміщення культур в поєднанні із ґрунтозахисними заходами механічного обробітку (ґрунтопоглиблення, щілювання і плоско-різний обробіток) забезпечує істотне зменшення змиву ґрунту. За ротацію сівозміни сумарні стік і змив ґрунту при смуговому розміщенні культур становили відповідно 82 м³/га і 1,5 т/га, тоді як при суцільному – 625 м³/га і 18,8 т/га. Зменшилися удвічі втрати поживних речовин. За 5 років запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-150 см збільшилися на 122 мм, порівняно із звичайним розміщенням культур і традиційною технологією.

Зменшення стоку, збільшення водопоглинання і зниження втрат поживних речовин сприяли підвищенню продуктивності сівозмін на 4,8 к. од. на 1 га сівозмінної площі (Полупан В.Н., 1985).

Ширина смуг має бути меншою за критичну довжину схилу, забезпечувати достатнє розсіювання і затримання стоку, кольматаж змитого ґрунту, а також зменшення швидкості вітру у приземному шарі; бути однаковою по всій довжині та забезпечувати ефективне

використання сучасних високопродуктивних машин і знарядь, які застосовують при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Ширину смуг встановлюють залежно від: гранулометричного складу, фільтраційної здатності та ерозійної стійкості ґрунтів, крутизни, довжини та форми схилу; ґрунтозахисної характеристики вирощуваних культур, напрямку вітрів, що зумовлюють пилові бурі, і відхилення смуг від цього напрямку (табл. 28).

Таблиця 28 – Ширина посівних смуг залежно від крутизни схилу, виду агрофону і ґрунтів, м

Крутизна схилу, градуси	При чергуванні багаторічних трав з				Озимих і ярих зернових суцільного посіву з	
	чистим паром	просапними	ярими колосовими	озимими зерновими	чистим паром	просапними
<i>Суцільні ґрунти</i>						
1	75.6	75.6	75.6	151.2	67.2	75.6
2	75.6	75.6	75.6	151.2	67.2	75.6
3	58.8	75.6	72.0	151.2	50.2	67.2
4	42.0	50.4	72.0	122.6	33.6	50.4
5	25.2	42.0	57.6	93.6	-	33.6
6	-	33.6	43.2	72.0	-	25.2
7	-	-	36.0	57.6	-	-
<i>Суглинкові ґрунти</i>						
1	75.6	75.6	75.6	151.2	75.6	75.6
2	75.6	75.6	75.6	151.2	75.6	75.6
3	67.2	75.6	75.6	151.2	75.6	75.6
4	50.4	67.2	72.0	151.2	42.	58.8
5	33.6	50.4	72.0	115.2	33.6	42.0
6	-	33.6	50.4	86.4	-	33.6
7	-	-	43.2	72.0	-	-

Оптимальну ширину смуг у кожному конкретному випадку встановлюють за найбільш ерозійно небезпечною культурою і узгоджують з парною кількістю проходів посівних агрегатів для просапних культур.

Нині у практиці ґрунтозахисного землеробства буферні смуги застосовують рідко. Частіше їх практикують на схилах крутизною до 6°. На полях, що піддаються вітровій ерозії, ширина смуг для ґрунтів важкого гранулометричного складу не повинна перевищувати 100-120 м. Якщо такі ґрунти у верхньому шарі містять понад 4 % карбо-

натів (CaCO_3), а також на середніх суглинках, ширина смуг має бути не більше 75 м. На ґрунтах легкого гранулометричного складу смуги створюють шириною до 50 м (Холуп'як К.Л., Смирнова Є.М., 1979). На схилах ширину смуг встановлюють за нормативами, рекомендованими для захисту ґрунтів від водної ерозії (табл. 29).

Таблиця 29 – Оптимальна довжина смуг сільськогосподарських культур

Ширина, м	Довжина, м	Ширина, м	Довжина, м
21.0	300–500	36.0	750–1000
21.6	500	42.0–93.6	1000
25.2–33.6	750	115.2–151.2	1500

Довжина посівних смуг відповідає довжині гонів робочих проходів, від якої залежить ефективність використання машин і знарядь, котрі застосовують при вирощуванні сільськогосподарських культур.

При смуговому розміщенні культур протягом 3–4 років формуються терасовані уступи-агротераси внаслідок переміщення орного шару під впливом полищевого обробітку, скочування грудок землі і зсуву ґрунту машинами та знаряддями вниз по схилу при їх сповзанні, акумуляції продуктів змиву густопокривними культурами. Висота їх на схилі крутизною 5–7° може досягати 0,7–1,2 м і більше. У зв'язку з цим дещо зменшується площа і ширина розорюваних смуг. На схилах крутизною 3–5° ці величини варіюють у межах 1,5–2 м.

Швидкість агротерасування відбувається у 10–15 разів повільніше, коли технології вирощування культур у смугах ґрунтуються на безполищевому обробітку, передбачають використання гусеничних тракторів і широкозахватних агрегатів. На схилах з улоговинами глибиною від 20 до 60 см і шириною 0,5–10 м особливо ефективно мульчування улоговин стоку насиченими післяжнивнио-кореневими рештками кукурудзи шаром 15–20 см. При цьому виположення улоговин у дослідках досягало в середньому 5,4 см за рік і практично не спостеріглося зменшення площі ріллі.

Буферні смуги створюють із багаторічних бобово-злакових травосумішей, рідше – з однорічних трав, озимих культур. У зимовий період вони добре затримують сніг, зменшуючи швидкість вітру у приземному шарі, а у весняно-літній затримують і розпилюють стік, знижуючи його швидкість. Буферні смуги можуть бути тимчасовими і постійними.

Буферні смуги найчастіше роблять на парах, які мають навіть невеликі нахили. Пар із системою буферних смуг є одним із різновидів зайнятих парів, 15–20 % площі яких зайнято смугами ґрунтозахисних культур. Для підвищення ґрунтозахисної ефективності буферних смуг норму висіву насіння вирощуваних культур у них треба збільшити на 10–15 %.

Добре розвиваються у буферних смугах посіви бобово-злакових сумішей, а також чисті посіви озимої вики, жита та пшениці, призначені для накопичення снігу в зимовий період, ослаблення еродуючої сили стоку талих і зливових вод навесні та влітку. Їх можна висівати в чистому вигляді. З ярих культур (вика, чина, горох, горохо-вівсяна та інші бобово-злакові суміші) буферні смуги створюють рано навесні. Із пізніх ярих культур для створення смуг рекомендуються кукурудза, сорго й суданська трава суцільного способу сівби. Смуги з багаторічних трав слід висівати під покрив.

Догляд за паром із буферними смугами полягає у проведенні всіх операцій з догляду за рослинами й обробітку ґрунту на міжсмуговому просторі. Смуги з чистих посівів культур можуть бути зібрані на зерно, а злакові та бобово-злакові суміші слід збирати на зелений корм, щоб запобігти забур'яненню полів. Збирати врожай на буферних смугах слід не пізніше як за місяць до сівби озимих зернових.

На полях, зайнятих просапними культурами, буферні смуги створюють, якщо треба захистити ґрунт від ерозії у весняні місяці, коли проективне покриття поверхні ґрунту рослинами соняшнику, кукурудзи, картоплі та цукрових буряків не може забезпечити захист ґрунту від дощових крапель і стокових вод.

Правильна організація смугового розміщення культур, як показали дані досліджень і виробничої практики, зменшує змивання ґрунту в 7–10 разів, порівняно із звичайними посівами. При цьому різко зменшується поверхневий стік, збільшуються запаси продуктивної вологи в ґрунті, поліпшується мікроклімат, що є основою для підвищення продуктивності рослин.

Наукою і виробничою практикою доведено, що смугове розміщення культур підвищує врожайність зерна кукурудзи – на 2–2,6 ц/га, колосових культур – на 2–3, коренеплодів цукрових буряків – на 40–45, бульб картоплі – на 30–40, зеленої маси вівса – на 25–30, сіна багаторічних трав – на 15–20 ц/га.

Отже, незважаючи на те, що смугове вирощування культур або введення буферних смуг (розбивка, незручності із збиранням врожаю, обробіток посівів гербіцидами) пов'язане з клопіткою роботою, воно ефективно захищає ґрунт і сприяє підвищенню врожайності вирощуваних культур при незначних витратах на організацію цих робіт.

2.2. Ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур

2.2.1. Обробіток ґрунту на Поліссі

Зона Українського Полісся характеризується значною кількістю опадів, глибоким сніговим покривом, рівнинним рельєфом з невеликою кількістю ярів і балок. Ґрунти – переважно піщаного, глинисто-піщаного та супіщаного гранулометричного складу. Такі ґрунтово-кліматичні умови і рельєф за нерационального ведення землеробства сприяють розвитку вітрової (майже на всій території) і водної (переважно на лесових породах) ерозії як на мінеральних ґрунтах, так і на осушених торфовищах.

Питання боротьби із процесами, які зумовлюють деградацію ґрунтів, на Поліссі набувають особливої актуальності. Відомо, що за останні 15-20 років уміст гумусу в зональних відмінах дерново-підзолистих ґрунтів різко знизився внаслідок слабкої протиерозійної стійкості ґрунтів та способів їх обробітку, за яких не враховуються генетичні ознаки будови профілю. Найчастіше спостерігають швидке ущільнення посівного і орного шарів ґрунту, невиробничі втрати гумусу при оглеєнні, вимивання елементів живлення рослин в умовах промивного водного режиму.

Слабка стійкість поліських ґрунтів проти ерозії пояснюється їх легким гранулометричним складом, часто недостатньою структурністю, а також високою часткою у структурі посівних площ культур, які недостатньо захищають ґрунт.

Вплив різних способів ґрунтозахисних обробітків у зоні поширення дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтів почали вивчати тільки у 80-ті роки ХХ ст. В результаті широких і багатопланових досліджень сільськогосподарському виробництву були рекомендовані нові ґрунтозахисні технології, які передбачають застосування ґрунтообробних знарядь безполіцевого типу.

При глибокому поліцевому обробітку еродованих ґрунтів більш родючий шар ґрунту переміщується в нижчі шари, що збільшує вірогідність залучення в нього закисних форм заліза й алюмінію та інших сполук, які діють токсично на рослини.

Отже, ґрунтозахисна система обробітку не повинна порушувати природне розміщення генетичних горизонтів ґрунту. Найбільшого ґрунтозахисного ефекту досягають заміною поліцевого обробітку безполіцевим розпушуванням, наприклад, знаряддями плоскорізного типу. Причому, такий обробіток слід застосовувати не як разовий ґрунтозахисний засіб, а як технологічну систему вирощування окремих сільськогосподарських культур у сівозміні.

Істотною відмінністю цих технологій від традиційних є заміна мілкого післяжнивного лушення дисковими знаряддями активним розпушуванням, яке проводять плоскорізами на глибину 10-12 см в агрегаті з голчастою бороною БІГ-3. Передбачається обробляти ряд полів у сівозмінах за типом напівпарового обробітку. Рекомендуються ці технології для еродованих та ерозійно небезпечних ґрунтів, у тому числі глеюватих, які мають двочленний за гранулометричним складом профіль.

Безплужний обробіток стерньових фонів повністю захищає легкі ґрунтові відміни також від видування в осінньо-зимовий період. На таких фонах до початку весняних польових робіт зберігається до 200 шт/м² умовних стернин. На схилових землях ґрунтозахисний ефект безплужного обробітку залежить від виду вирощуваної культури, стану поверхні ґрунту, його щільності, крутизни схилу тощо. Такий обробіток значно ефективніший за оранку, оскільки запобігає змиванню ґрунту.

За узагальненими даними Інституту сільського господарства Полісся УААН (Стрельченко В.П., Орлянський А.А., 1986), такі технології в умовах Центрального Полісся забезпечують не тільки підвищення родючості ґрунту, захист його від ерозії, а й збільшення урожайності вирощуваних культур, вищий економічний ефект. За 5 років пошукових і стаціонарних дослідів у цьому Інституті при застосуванні безплужного обробітку жодного разу не спостерігалось зниження врожайності вирощуваних культур. Урожайність була близькою до урожайності на контролі, де для основного обробітку використовували плуг, або переважала її. Наприклад, урожайність зеленої маси лю-

пину в середньому за 3 роки зроста на 20 ц/га, зерна озимого жита – на 2,2, бульб картоплі – 29 ц/га. При виробничій перевірці в КСП ім. Ватутіна Малинського району Житомирської області на дерново-слабокідзолистих піщаних ґрунтах при безплужній технології обробітку отримали приріст урожаю зерна озимого жита 6 ц/га, бульб картоплі – 34 ц/га.

У 9-пільній зерново-картопляній сівозміні на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах (дані Інституту землеробства УААН) тривале застосування плоскорізного обробітку, порівняно з оранкою, забезпечило вірогідні прирости врожаю зеленої маси кукурудзи завдяки більш збалансованому живленню рослин макро- і мікроелементами.

За даними Державної агроєкологічної академії (м.Житомир), на дерново-середньопідзолистих супіщаних ґрунтах всі культури льонокартопляної сівозміни можна поділити на три групи за реакцією до безпліщевих способів основного обробітку. Озимі зернові культури після плоскорізного і дискового обробітків практично не знижували або підвищували врожайність, порівняно з оранкою. Врожайність кукурудзи і люпину на зелену масу вірогідно підвищилася при безпліщевих способах обробітку. Картопля, ячмінь, льон-довгунець дали вищий врожай при оранці. У цілому при безпліщевих способах обробітку продуктивність сівозміни не знижувалася (Чернілевський Н.С., 1986).

У Західному Поліссі на дерново-підзолистих глинисто-піщаних ґрунтах у льонокартоплярській сівозміні, за даними Волинської обласної сільськогосподарської дослідної станції, найкращі результати щодо продуктивності сівозміни одержали при оранці плугом на глибину до 30 см з вирізними корпусами під картоплю (Фоменко Д.Д., Науменко М.Д., 1986).

Розроблені і рекомендовані для впровадження у виробництво технології передбачають можливість обмеженого застосування гербіцидів у сівозміні та більш раціональне використання органічних і мінеральних добрив. Ці технології треба застосовувати на еродованих і легких ерозійно небезпечних ґрунтах та глеюватих відмінах їх, а також на полях, не дуже засмічених бур'янами. На таких ґрунтах усі технологічні операції є обов'язковими. У деяких випадках можливі відхилення від рекомендованої технології. Наприклад, післяжнивне розпушування піщаних, не засмічених насінням бур'янів ґрунтів мо-

жна проводити без використання голчастої борони і при меншій кількості культиваций.

На ґрунтах, що підстилаються пісками, а також щільність яких не перевищує 1,3-1,4 г/см³, при недостатніх запасах вологи весняні польові роботи треба починати з боронування. На лесових ґрунтах можлива мінімалізація основного обробітку за глибиною, особливо при підготовці ґрунту під озимі зернові культури.

Отже, якщо раніше вважалося, що зона Полісся є регіоном, де ґрунтозахисні мінімальні прийоми обробітку ґрунту застосовуються мало, то дані останніх 10 років переконливо доводять, що й тут ґрунтозахисні технології мають великі переваги над традиційною пліщевим оранкою.

Для типових льонокартоплярських сівозмін Полісся з ерозійно небезпечними ґрунтами Інститут сільського господарства Полісся УААН розробив і рекомендує для впровадження у виробництво такі технології основного обробітку ґрунту під різні культури.

1. *Люпин на зелену масу.* Після збирання попередника ґрунт розпушують плоскорізом на глибину 10-12 см в агрегаті з голчастою бороною БИГ-3. Потім для боротьби з відростаючими бур'янами поле 1-2 рази культивують культиватором КПЭ-3,8 або КПС-4,0 на глибину відповідно 8-10 та 10-12 см. Фосфорно-калійні добрива вносять під післяжнивне розпушування або під першу культивуацію. Основний обробіток ґрунту проводять у жовтні плоскорізом-глибокорозпушувачем на глибину 18-20 см. Першу весняну культивуацію проводять культиватором КПЭ-3,8 або КПС-4,0 на глибину 10-12 см, передпосівну – КПС-4,0 з боронами БЗСС-1,0 – на глибину 4-5 см.

2. *Озиме жито.* Стерню луцять дисковими лушпильниками ЛДГ-10 на глибину 5-6 см відразу після збирання попередника, вносять мінеральні добрива (НРК) і проводять основний обробіток плоскорізом на глибину 18-20 см в агрегаті з голчастою бороною БИГ-3А, 1-2 передпосівні культивуації культиватором КПС-4,0 з боронами БЗСС-1,0 на глибину 5-6 см. Навесні посіви підживлюють азотними добривами та боронують бороною БИГ-3А при пасивному положенні дисків.

3. *Картопля.* Після збирання попередника ґрунт розпушують плоскорізом на глибину 10-12 см в агрегаті з голчастою бороною БИГ-3А. Для боротьби з відростаючими бур'янами рекомендується 1-2 культивуації культиватором КПЭ-3,8 на глибину 8-10 і 10-12 см. Під першу культива-

цію вносять фосфорно-калійні добрива. Основний обробіток ґрунту проводять у жовтні плоскорізами-глибокорозпушувачами ПГ-3-100, КПГ-250А, ПГ-3-5, ГУН-4 на глибину 20-30 см. Весняні роботи починають з боронування бороною БІГ-3А та внесення органічних (підстилковий гній, торфогнойовий компост) і мінеральних (азотних) добрив.

Органічні добрива в нормі 50-60 т/га заробляють голчастою бороною БІГ-3А на фоні попередньо розпушеного ґрунту або одночасно з розпушуванням культиватором КПЕ-3,8 на глибину 12-14 см. Якщо гній свіжий, то при нормах його внесення, що перевищують 60 т/га, цю операцію проводять важкими дисковими боронами. При внесенні 30-40 т/га органічних добрив застосовувати голчасті борони не обов'язково. Перед садінням картоплі гребневим способом поле знову культивують культиватором КПС-4,0 на глибину 12-14 см з одночасним боронуванням боронами БЗСС-1,0.

Догляд за культурою полягає у дворазовому досходовому боронуванні при появі до 30% сходів, дворазовому розпушуванні міжрядь та підживленні.

4. *Овес із підсівом трав.* Після внесення фосфорно-калійних добрив поверхню поля розпушують та вирівнюють плоскорізом на глибину 10-12 см в агрегаті з голчастою бороною БІГ-3А. Основний обробіток ґрунту проводять у кінці жовтня – розпушування плоскорізом на глибину 18-20 см. Навесні перший раз культивують культиватором КПЕ-3,8 або КПС-4,0 на глибину 10-12 см, перед сівбою – КПС-4,0 з боронами БЗСС-1,0 на глибину 5-6 см. При переуцільненні орного шару первинний обробіток виконують на глибину 10-12 см агрегатом у складі КПП-2,2 і БІГ-3А.

5. *Багаторічні трави.* Збирають рештки покривної культури, навесні підживлюють фосфорно-калійними добривами і боронують трави голчастою бороною БІГ-3А.

6. *Озима пшениця.* При розміщенні її після багаторічних трав перед розробкою їх пласта вносять мінеральні добрива (РК), пласт обробляють у два сліди важкою дисковою бороною на глибину 10-12 см. Потім проводять основний обробіток – розпушують плоскорізом на глибину 25-30 см в агрегаті з бороною БІГ-3А, перед сівбою культивують культиватором КПС-4,0 з боронами на глибину 5-7 см або агрегатом РВК-3. Навесні посіви підживлюють азотними добривами та боронують бороною БІГ-3 при пасивному положенні дисків.

7. *Льон.* Після збирання попередника рекомендується провести післяжнивне розпушування ґрунту плоскорізом КПШ-5 на глибину 10-12 см в агрегаті з голчастою бороною БІГ-3А. У міру проростання бур'янів поле культивують 2-3 рази культиватором КПЕ-3,8 або КПС-4,0 на глибину 8-10 см. Основний обробіток проводять у жовтні плоскорізом на глибину 18-20 см. Навесні вносять азотні добрива та культивують культиватором КПС-4,0 на глибину 8-10 см з одночасним боронуванням. Перед сівбою ще раз культивують культиватором КПС-4,0 з боронами на глибину 4-5 см або комбінованим агрегатом РВК-3.

8. *Кукурудза на силос.* Після збирання попередника ґрунт розпушують на глибину 10-12 см плоскорізом з бороною БІГ-3, потім розкидають органічні та мінеральні (фосфорно-калійні) добрива і загортають їх у ґрунт важкою дисковою бороною на глибину 10-12 см. У міру відростання бур'янів поле 1-2 рази культивують культиватором КПЕ-3,8 або КПС-4,0 на глибину 8-10 та 10-12 см. Основний обробіток проводять наприкінці жовтня плоскорізом-глибокорозпушувачем на глибину 20-25 см. Навесні вносять азотні добрива, проводять першу культивацію на глибину 10-12 см з одночасним боронуванням, потім перед сівбою культивують на глибину 6-8 см. Догляд за посівами включає 2-3 до- та післясходових боронування, а потім 2-3 розпушування міжрядь.

9. *Озиме жито.* Після збирання попередника проводять післяжнивне лущення дисковою бороною на глибину 8-10 см, вносять мінеральні добрива (фосфорно-калійні). Потім здійснюють основний обробіток ґрунту плоскорізом КПШ-5 в агрегаті з голчастою бороною БІГ-3А. Перед сівбою поле 1-2 рази культивують культиватором КПС-4,0 з одночасним боронуванням на глибину 5-6 см. Навесні посіви підживлюють азотними добривами та боронують голчастою бороною при пасивному положенні дисків.

Така ґрунтозахисна система обробітку ґрунту сприяє зменшенню його ерозії, підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, тому її треба широко застосовувати в умовах водної і вітрової ерозії в зоні Полісся України.

2.2.2. Обробіток ґрунту в Лісостепу

У лісостеповій зоні України найбільших збитків ґрунтовому покриву завдає водна ерозія. За даними спеціальних обстежень, в Украї-

ні, переважно в зоні Лісостепу, площа ерозійно небезпечних земель становить майже 20 млн га. Рельєф зони строкатий і неоднорідний. Середньорічна кількість опадів на північному заході (Львівська область) досягає 700 мм і поступово знижується до 430 мм в південно-східній частині зони (Харківська область). Основна кількість опадів тут випадає в теплий період року, вони часто мають зливовий характер. За одну зливу змивається до 50 т ґрунту з 1 га, особливо на полях під цукровими буряками в період від сівби до фази розвитку листя.

Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва в цій зоні дуже висока, що пов'язано із специфікою вирощування культур (цукрові буряки, кукурудза, соняшник) та високим насиченням сівозмін просапними культурами. Тому деградаційні процеси ґрунту тут особливо відчутні.

Застосовували раніше системи обробітку, які передбачали інтенсивний механічний обробіток, при значній розораності земель, недостатній кількості органічних і мінеральних добрив, вирощуванні культур і сортів інтенсивного типу призвели до погіршення структури ґрунтів, посилення темпів їх агрофізичної деградації та ерозійних процесів. Тому на сучасному етапі основною вимогою до систем обробітку ґрунту є їх ґрунтозахисна спрямованість.

Вітрова ерозія в Лісостепу спостерігається переважно в зимовий та ранньовесняний періоди на фонах із зяблевим полицевим обробітком ґрунту, а також на посівах слабorozвинених озимих культур, особливо після непарових попередників.

На сьогодні застосовують багато протиерозійних заходів: глибоку оранку з ґрунтопоглибленням, чизельний і плоскорізний обробіток, щільовання, лункування, переривчасте борознування та кротування ґрунту впоперек схилу. Ефективними є також мульчування поверхні ґрунту, засипання (виположування) ярів, промоїн, луко-лісомеліоративні заходи, смугове розміщення культур на схилах.

Численні дослідження, проведені в наукових установах і господарствах, показали, що для зменшення змиву дрібнозему на ґрунтах лісостепової зони доцільно застосовувати безполицевий обробіток. Зокрема, у суміжних дослідженнях Інституту охорони ґрунтів УААН та Хмельницької обласної сільськогосподарської дослідної станції найбільший змив ґрунту в сівозміні спостерігали при звичайному поли-

цевому обробітку – 26,8 м³/га, тоді як при ґрунтозахисному плоскорізню – 19 м³/га. Особливо ефективним у боротьбі з водною ерозією ґрунтів було поєднання плоскорізного обробітку із щільованням. За даними Інституту землеробства УААН (Заїка В.В., 1982), змив ґрунту при оранці становив 45,5 м³/га, а при плоскорізню обробітку із щільованням – 29,6 м³/га.

Слід зазначити, що ґрунтозахисна ефективність плоскорізного обробітку зростає і за рахунок збільшення в поверхневому шарі ґрунту рослинних решток. Так, при плоскорізню обробітку в шарі ґрунту 0-5 см містилося 26-27 % коренів ячменю, при полицевому – 22-23% загальної їх кількості в шарі 0-40 см (Гнатенко О.Ф., 1979).

Збільшення кількості коренів у поверхневому шарі підвищує амортизаційну здатність ґрунту при русі сільськогосподарських машин і знарядь, що запобігає переуцільненню ґрунту по ходу коліс тракторів, комбайнів та інших машин. Виявлено, що при осінньому обробітку ґрунту із збереженням стерні висота снігового покриву наприкінці зими звичайно в 1,5-2 рази більша, ніж після оранки (Моргун Ф.Т., Шичула М.К., Тарарико О.Г., 1983). Це в багатьох випадках поліпшує водний режим ґрунту. Так, за осінній період при плоскорізню обробітку в шарі ґрунту 0-20 см нагромаджувалося вологи на 30-50 мм більше, ніж при оранці.

При достатньому внесенні органічних та мінеральних добрив зменшується значення обробітку ґрунту в мобілізації поживних речовин, проте, зростає в підвищенні ефективності стокорегулювання та протиерозійної стійкості, уповільненні мінералізації гумусу і зниженні негативного впливу ущільнення ходовими системами тракторів та ґрунтообробної техніки.

При полицевому обробітку ґрунту під озиму пшеницю на глибину 20-22 см у його шарі 0-150 см до початку сівби було 116 мм вологи, при плоскорізню обробітку на таку ж глибину – 127 мм, а на 10-12 см – 115 мм, при лемішному луценні на 10-12 см – 111 мм. У шарі ґрунту 0-10 см за всіх способів його обробітку вологість була однаковою.

У роки з посушливою другою половиною літа і восени перевагу за вологозапасами забезпечили мілкий та поверхневий обробітки. У роки із значною кількістю опадів, навпаки, у зораному ґрунті нагромаджувалося більше вологи, ніж у мілко обробленому (Ільченко А.О., Тищенко Л.Д., Постой В.З., 1978). Аналогічні дані отримали й інші

дослідники при вивченні обробітку ґрунту під озими після кукурудзи на силос (Осадчий М., Пастернак Г., 1978).

У дослідях Інституту охорони ґрунтів УААН не виявлено істотної різниці в продуктивних запасах вологи у всіх горизонтах півтораметрового шару ґрунту як при полицевому, так і при безполицевому обробітку ґрунту під ячмінь та кукурудзу на силос.

Визначення ступеня засміченості посівів та ураження їх хворобами і шкідниками, проведене багатьма дослідними установами зони, не дало однозначної відповіді, оскільки ці показники залежать не тільки від способу і глибини обробітку, а й від рівня окультуреності ділянки, вирощуваної культури, попередника та умов року. У деяких дослідженнях при одноразовому застосуванні безполицевого обробітку ґрунту засміченість посівів бур'янами була навіть меншою, ніж при звичайній оранці. Однак, застосування поверхневого та плоскорізного обробітків кілька років підряд призводить до збільшення засміченості полів та недоодержання врожаю (Одреховський А.Ф., 1979). Доведено також, що при полицевій оранці більшість насіння бур'янів зосереджена в шарах ґрунту 15-20, 20-25, 25-30 см, а після безполицевого розпушування 63-71 % їх перебуває в шарі 0-5 см. Одні дослідники вважають глибоке загортання насіння бур'янів позитивним фактором, оскільки на великій глибині воно втрачає схожість і ґрунт самоочищається (Забаштанський А.С. та ін., 1978, 1979; Матушкін С.І. та ін., 1983, 1987). Інші дослідники розглядають поверхнєве розміщення насіння бур'янів і масове їх проростання з поверхні ґрунту як позитивне явище, що дає змогу заходами механічного обробітку швидше очистити поля від бур'янів (Хмельницький А.А., Черкашин М.В., 1984; Грицай А.Д., 1985). Якщо оранкою знищується 70% бур'янів, то плоскорізним обробітком – 82% (Фісюнов О.В., 1982). Облік кількості бур'янів навесні до передпосівної культивування та сівби кукурудзи показав, що в середньому за 3 роки після оранки на 1 м² проростало 80 шт. бур'янів, тоді як при плоскорізному обробітку – у 2,8-2,9 рази більше (228-236 шт/м²). Застосування поліпшеного плоскорізного зябу значно знизило забур'яненість посівів і сприяло підвищенню врожайності.

Узагальнення результатів більшості польових дослідів, проведених в умовах зони в 1958-1982 рр., свідчить про те, що озима пшениця, вирощувана по зайнятому пару в лівобережному Лісостепу (8 до-

слідів), практично не реагує на спосіб та глибину основного обробітку ґрунту. У західному та правобережному Лісостепу різниця в її урожайності, за даними 9 дослідів, не перевищувала 2,3 ц/га при загальному рівні на контролі (оранка) 40-42 ц/га.

Мілкий обробіток переважно плоскорізними знаряддями після кукурудзи на силос та зелений корм (19 дослідів) забезпечив приріст урожаю 1,5 ц/га при врожайності на контролі 34,5 ц/га в лівобережному Лісостепу і 48,4 ц/га в правобережному. Після багаторічних трав у більшості випадків урожай був вищий при полицевій оранці.

Ярий ячмінь усюди (14 дослідів) сформував приблизно однаковий урожай після полицевого, плоскорізного та поверхневого обробітків ґрунту. На чорноземах типових середньозмитих (схил крутизною 5-6°) Київської області без внесення добрив урожайність ячменю в середньому за 1977-1979 рр. за різних способів обробітку ґрунту була приблизно однаковою (21,6-23 ц/га). У варіантах із внесенням добрив при плоскорізному обробітку, проведеному на таку ж глибину, як і оранка, приріст урожаю ячменю становив 1,7-3,4 ц/га, а при плоскорізному на глибину 10-12 см з одночасним щілюванням (35-40 см) – 4,7-5,1 ц/га (Моргун Ф.Т., Шижула М.К., Тарарико О.Г., 1983).

Урожайність гороху в лівобережному та західному Лісостепу (4 дослідів) була на 2,5-3,1 ц/га вищою після полицевого обробітку, а в правобережному (5 дослідів) – на 2,2 ц/га після плоскорізного.

Кукурудза на зерно (10 дослідів), цукрові буряки (13 дослідів) та соняшник за всіх технологій обробітку мали приблизно однакову врожайність, а кукурудза на силос (6 дослідів) краще реагувала на полицевий обробіток.

У стаціонарному досліді, проведеному Хмельницькою обласною сільськогосподарською дослідною станцією разом з Інститутом охорони ґрунтів УААН, найвища продуктивність сівозміни спостерігалася при протиерозійній полицевій системі обробітку ґрунту на фоні розрахункової норми удобрення (338,7 ц/га зернових одиниць) (табл. 30).

Урожайність культур при плоскорізному обробітку була лише на 3,1 %, нижча, ніж на контролі. На Сумській обласній сільськогосподарській дослідній станції урожай після плоскорізного обробітку також не поступався урожаю після оранки. Вихід кормових одиниць у ланці сівозміни ячмінь – багаторічні трави – багаторічні трави при плоскорізному обробітку становив 114,9 ц/га, а після оранки із щілю-

ванням – 113,2, при оранці із поглибленням ґрунту та переривчастим борознуванням – 108,6 ц/га. При цьому витрати на проведення плоскорізного обробітку знижувалися на 38-74 %, порівняно з витратами на оранку з поглибленням ґрунту і щілюванням чи переривчастим борознуванням (Ворошин Л.Ю., Осінній М.Г., 1981).

Таблиця 30 – Продуктивність ґрунтозахисної сівозміни при різних системах обробітку ґрунту і нормах удобрення, ц/га зернових одиниць

Норма удобрення	Культура					Всього по сівозміні
	багаторічні трави		озима пшениця	кукурудза на силос	ярий ячмінь	
	1-го року використання	2-го року використання				
Звичайна полицева оранка (контроль)						
Без добрив	87.5	36.5	31.3	69.0	24.6	248.9
Одинарна	99.2	39.7	37.0	82.0	30.4	288.3
Полуторна	107.5	41.7	38.0	90.8	30.9	308.9
Розрахункова	113.2	44.7	39.2	96.6	30.6	324.3
У середньому	101.8	40.7	36.4	84.6	29.1	292.6
Ґрунтозахисна полицева з ґрунтопоглибленням						
Без добрив	88.2	37.5	31.7	73.8	25.2	256.4
Одинарна	101.2	41.2	37.4	87.8	31.2	298.8
Полуторна	108.2	43.5	40.3	96.2	31.8	320.0
Розрахункова	116.5	45.2	42.6	103.4	31.0	338.7
У середньому	103.5	41.8	38.0	90.3	29.8	303.4
Ґрунтозахисна плоскорізна						
Без добрив	88.5	38.2	32.0	66.2	23.8	248.7
Одинарна	99.0	41.5	38.0	83.2	29.3	291.0
Полуторна	106.2	44.2	39.6	91.6	31.0	312.6
Розрахункова	112.5	45.2	42.9	93.6	30.2	324.4
У середньому	101.5	42.3	38.1	83.7	28.6	294.2

Отже, в умовах лісостепової зони України найдоцільніше застосовувати ґрунтозахисну технологію вирощування сільськогосподарських культур, яка ґрунтується на диференційованому обробітку ґрунту в сівозміні, котра поєднує оранку з безполицевим глибоким та мілким обробітком плоскорізними знаряддями.

Розглянемо ефективність ґрунтозахисних прийомів обробітку ґрунту під озими, ярі зернові, просапні, кормові та інші культури в межах Лісостепу України.

Зернові колосові. Способи мінімального обробітку ґрунту під зернові колосові, особливо під озиму пшеницю, вивчали в цій зоні ще в 60-х роках. Семирічні дослідження Уманської сільськогосподарської академії показали, що після гороху і стерньових попередників поверхневий обробіток ґрунту під озиму пшеницю доцільніший, ніж оранка, оскільки забезпечує гарантовані сходи і вищі економічні прибутки (Рубін С.С., Рубан П.А., 1985).

В умовах недостатнього і нестійкого зволоження, за багаторічними даними Інституту рослинництва, селекції і генетики ім. В.Я. Юр'єва УААН, на чорноземах типових слабовилугуваних урожай озимої пшениці після чистого пару становив 46,2, після кукурудзи на силос – 44,5 ц/га. Проте, у виробничих умовах в середньому за 1976-1981 рр. він був нижчим і становив: після парів – 35,9 ц/га, гороху – 31,6, кукурудзи на силос – 28,6, стерньових попередників – 25 ц/га. Це пояснюється тим, що в умовах недостатнього і нестійкого зволоження після кукурудзи на силос ґрунт здебільшого буває пересушеним і ущільненим, що не дає змоги проведенням оранки якісно підготувати його до сівби (Будьонний Ю.В., 1986). Внаслідок оранки через брилуватість ґрунту в ньому насамперед посилюються конвекційно-дифузійні процеси, і оброблюваний шар швидко пересихає, через що сходи значно зріджуються, особливо в перші 20-25 днів після сівби. Поверхневий обробіток знаряддями плоскорізного типу, а також дисковими боронами сприяв підвищенню врожайності озимої пшениці, порівняно з оранкою, на 4-5 ц/га.

Щодо Лісостепу досі залишається дискусійним питання про доцільність заміни оранки поверхневим безполицевим обробітком після стерньових попередників. В умовах лівобережного Лісостепу в роки масового розвитку грибкових захворювань рослин усі способи поверхневого обробітку ґрунту після стерньових попередників знижували врожай озимої пшениці в середньому за 7 років на 1,9-3,6 ц/га. Цьому сприяли висока забур'яненість посівів та ураження рослин кореневими гнилями. Збільшення доз добрив не усуває негативного впливу такого обробітку. Тому поверхневий обробіток ґрунту під озиму пшеницю після стерньових попередників, на думку Ю.В.Будьонного (1986), можна застосовувати тільки у виняткових випадках – у роки із сильними посухами на чистих від бур'янів полях.

В умовах достатнього зволоження правобережного Лісостепу на чорноземах типових врожаї озимої пшениці були високими як після оранки, так і при безполіцевому обробітку після конюшини, гороху та кукурудзи на силос (Зубенко В.Ф. та ін., 1987).

За даними Інституту землеробства УААН, на схилових землях північного Лісостепу (чорнозем типовий еродований) різні культури в сівозміні (багаторічні трави – озима пшениця – кукурудза – ячмінь+багаторічні трави) по-різному реагували на способи обробітку ґрунту. Якщо врожай кукурудзи був практично однаковим і після оранки, і після плоскорізного обробітку, то стійкий приріст урожаю ячменю забезпечило безполіцеве розпушування ґрунту. Урожай зерна ячменю на еродованих чорноземах був найвищим (39-40,6 ц/га) при поєднанні розрахункової норми добрив і плоскорізного обробітку.

Для розміщення озимої пшениці після еспарцету на один укіс ґрунт майже 3 місяці утримували в паровому стані. В результаті до моменту сівби будова орного шару і його зволоженість були, незалежно від способу обробітку, в усіх варіантах практично однаковими, що забезпечило однакову ефективність усіх досліджуваних способів обробітку.

Отже, ґрунтозахисні технології вирощування польових культур із застосуванням плоскорізного обробітку не знижують врожай або здебільшого підвищують його на 10-20 %, порівняно із традиційною технологією, із застосуванням оранки. Особливо ефективним є мілкий безполіцевий обробіток з одночасним щілюванням на глибину до 40 см під ярі зернові культури.

За даними Сумської обласної сільськогосподарської дослідної станції, у північному Лісостепу на схилах крутизною 9° (чорнозем типовий середньозмитий) кращим був безполіцевий обробіток ґрунту під озиме жито після стерньового попередника. Він надійніше, ніж оранка, захищав ґрунт від водної ерозії і знижував прямі витрати на обробіток (Покуленко А.П. та ін., 1987).

Результати досліджень Хмельницької обласної сільськогосподарської дослідної станції на темно-сірих лісових слабо- і середньозмитих ґрунтах свідчать, що технології, які передбачають застосування плоскорізних знарядь і щілювання посівів, сприяли підвищенню врожайності озимої пшениці на 1,6-2,2 ц/га (Бей А.А. та ін., 1986). Слід, проте, зазначити, що в західному Лісостепу в умовах достатнього

зволоження (Тернопільська область) на чорноземах типових малогу-мусних вищими були врожаї озимої пшениці після всіх попередників при оранці (табл. 31).

Таблиця 31 – Вплив способів обробітку ґрунту на врожайність озимої пшениці (1981-1984 рр.), ц/га

Обробіток ґрунту	Попередники		
	кукурудза на силос	конюшина	горох
Оранка	31,4	39,0	38,3
Плоскорізний	29,7	37,3	37,0
Мілка оранка	30,5	38,3	37,5
Лисковий	30,4	36,3	36,5

Зниження врожайності при безполіцевому обробітку пов'язане з погіршенням фітосанітарного стану ґрунту та збільшенням забур'яненості посівів (Танасевич О.Г., Пономарчук М.В., 1986).

Отже, мінімальний ґрунтозахисний обробіток ґрунту під озиму пшеницю забезпечує здебільшого високий агроекономічний ефект. Тільки при розміщенні її після стерньових попередників можуть виникнути значні проблеми у підтриманні сприятливого фітосанітарного стану посівів.

Після багаторічних трав ґрунт обробляють спеціальним плоскорізом-культиватором ОПТ-3-5 на глибину 10-12 см або плоскорізами-культиваторами КПП-2,2, КПЭ-3,8 чи важкими дисковими боронами. Для доведення ґрунту до посівного стану його обробляють паровим культиватором КПС-4 з вирівнювальними ланцюгами на глибину 5-6 см.

Після гороху ґрунт обробляють на глибину 10-12 см одним з агрегатів, які є в господарстві (КПП-2,2, КПЭ-3,8, КПШ-5) в агрегаті з БИГ-3А і кільчасто-шпоровим котком. При підвищеній вологості ґрунту коток не застосовують. У дуже посушливі роки краще використовувати важкі дискові борони з наступним обробітком у всіх випадках культиватором КПС-4.

Після кукурудзи на силос і гречки поле краще обробляти важкою дисковою бороною або дисковим лушпильником у два сліди з наступною культивацією КПС-4.

На схилових землях, а також на полях із замкнутими мікропониженнями перед передпосівною культивацією проводять щілювання на глибину 45-50 см. На схилах з високою потенційною небезпекою розвитку ерозійних процесів або при частковому розміщенні техно-

логічної колії вздовж схилу застосовують пізньоосіннє щілювання посівів озимої пшениці щілинорізами ЩН-2-140, ЩП-3-70 з густотою накладання траси щілин через 5-7 м по лініях, які близькі за напрямом до горизонталей місцевості. У разі недотримання цих умов щілини можуть розмиватися талими водами.

Ярі колосові культури. У районах достатнього зволоження при добрій вологозабезпеченості на схилах до 2° проводять напівпаровий обробіток зябу полицевими знаряддями. Ранній зяб обробляють при появі бур'янів 2-3 рази культиваторами КПС-4 в агрегаті із зубовими боронами БЗСС-1,0.

У районах з недостатнім зволоженням та на схилах понад 2° ґрунт обробляють за типом поліпшеного зябу безполицевими знаряддями. Слідом за збиранням попередника луцильниками ЛДГ-10, ЛДГ-15 лущать стерню на глибину 5-7 см (після високостеблових попередників), потім КПЭ-3,8, КПШ-5, КПШ-9, ОПТ-3-5 – на глибину 8-10 см. У міру проростання бур'янів повторно розпушують ґрунт цими ж знаряддями на глибину 10-12 см. Наприкінці вересня – на початку жовтня проводять плоскорізне розпушення ґрунту на 14-16 см.

Для пізньоосіннього щілювання ґрунту на схилах використовують щілинорізи ЩП-000, ЩП-3-70, з допомогою яких на глибині 50-60 см нарізують щілини через кожні 5-6 м. Навесні для доведення ґрунту до доброго передпосівного стану достатньо провести культивуацію його КПС-4+БЗСС-1,0 на глибину 5-7 см та сівбу дисковими сівалками.

Просапні культури. Якщо безплужний обробіток ґрунту під озими зернові і навіть ярі колосові вивчено досить повно, то під найбільш ерозійно небезпечні культури (просапні), особливо цукрові буряки, досі це питання залишається дискусійним. В останні роки з'являється все більше експериментальних даних, які дають підставу твердити про можливість успішного застосування різних видів безполицевого обробітку під просапні, у тому числі й під цукрові буряки. Так, в умовах Вінницької області плоскорізний обробіток, порівняно з іншими способами, в тому числі і з оранкою, забезпечив найвищі урожаї коренеплодів цукрових буряків і вихід цукру (Шиманская Н.К. и др., 1984). Добрі результати отримано і при поєднанні плоскорізного обробітку стерні (замість лущення дисковим луцильником) та основного обробітку ґрунту за допомогою оранки. За даними Ялтушківської дослідної селекційної станції, на чорноземах малогумусних сла-

босолонцюватих урожайність цукрових буряків у ланці з чорним паром і в ланці з двома полями озимих була приблизно однаковою, цукристість же коренеплодів і вихід цукру були вищими при плоскорізному обробітку, ніж при традиційній полицевій оранці (табл. 32).

Таблиця 32 – Врожайність цукрових буряків при різних способах обробітку ґрунту (1981-1983 рр.), т/га

Обробіток ґрунту	Варіант		НР _{0,05} , т/га
	без добрив	гній, 25 т/га +N ₁₃₅ P ₁₈₀ K ₁₃₅	
Ланка з чорним паром			
Оранка	39,5	43,4	2,4
Плоскорізний	38,1	42,8	2,3
Ланка з двома полями озимих			
Оранка	34,8	43,5	1,5
Плоскорізний	35,3	42,2	1,4
Комбінований	33,3	42,4	1,5

Водночас без ручного прополкування посівів продуктивність цукрових буряків після плоскорізного обробітку була значно нижчою, ніж після оранки (Гончарук Г.С., 1986), що закономірно пояснюється підвищенням забур'яненості посівів.

За даними НАУ, при безплужних обробітках спостерігалася тенденція до збільшення врожаю цукрових буряків, порівняно з оранкою. Найвищою цукристістю коренеплодів була після м'якого безплужного обробітку. Приріст цукристості при внесенні мінеральних добрив становив 0,5%, при доповненні їх мульчуванням – 0,5, при внесенні органо-мінеральних сумішей – 1,1%. Після глибокого плоскорізного обробітку приріст цукристості становив відповідно 0; 0,5; 0,3 %. При вищій цукристості навіть за однакової врожайності вихід цукру також був вищий.

Виробничі випробування ґрунтозахисних технологій, що ґрунтуються на безплужному обробітку, проведені в Полтавській області, показали, що в середньому по 24 господарствах урожайність цукрових буряків після оранки становила 295, а по безплужному обробітку – 349 ц/га.

Отже, урожайність буряків при безплужному обробітку не знижується, а цукристість, як правило, вища, ніж на зораних полицевими знаряддями полях. Однак, залишається проблема боротьби з бур'яна-

ми, і вона, як показує досвід землеробів Полтавської та деяких інших областей, може бути розв'язана значною мірою за рахунок застосування напівпарового обробітку ґрунту в ланці сівозміни озима пшениця – цукрові буряки.

Після збирання озимої пшениці проводять післяжнивне розпушення КПП-2,2, КПГ-250 або КПЭ-3,8 на глибину 10-12 см в агрегаті з БИГ-3 і кільчасто-шпоровим котком. Через 16-18 днів після появи сходів бур'янів і падалиці поле знову обробляють – культивують КПС-4 з ланцюгами на глибину 5-6 см. Наступний обробіток проводять після появи нових сходів бур'янів.

Органічні добрива загортають у ґрунт важкою дисковою бороною БДТ-7,0. Бажано вносити їх у ранні строки, щоб викликати швидке проростання насіння бур'янів. Як показав досвід господарств Полтавської області, культивацію слід проводити до пізньої осені, завдяки чому посівний шар значною мірою звільняється від насіння бур'янів. Наприкінці жовтня доцільно проводити глибокий плоскорізний або чизельний обробіток на глибину 25-27 см.

На полях, які мають замкнуті незначні пониження або схили крутизною до 3°, проводять пізньоосіннє щількування, щоб створити умови для більш рівномірного розподілу вологи на полі, після чого у результаті навесні тут можна буде починати польові роботи на 3-4 дні швидше.

На полях, дуже забур'янених багаторічними коренепаростковими бур'янами, перший обробіток після збирання попередника також проводять агрегатом типу плоскоріз + БИГ-3+ ЗККШ-4,5 на глибину 10-12 см. Другий плоскорізний обробіток виконують на глибину 14-16 см через 10-12 днів після першого, враховуючи те, що швидкість відростання паростків бур'янів становить 1 см за добу. Третій плоскорізний або чизельний обробіток проводять у жовтні на глибину 27-30 см.

Навесні здійснюють передпосівну культивацію КПС-4+БЗСС-1,0 під кукурудзу і сояшник та УСМК-5,4 – під цукрові буряки. Доглядають посіви з урахуванням особливостей технології вирощування кожної культури. На схилових землях для захисту ґрунтів від водної ерозії проводять щількування, борознування міжрядь при першому їх обробітку на глибину 18-20 см спеціальними щілинорізальними лапами на культиваторах КРН-4,2. Борозни з перемичками нарізують пристроєм ППБ-0,6 до культиватора КРН-4,2 при другому розпушуванні міжрядь.

Отже, у зоні Лісостепу України в інтенсивних і ґрунтозахисних сівозмінах системи ґрунтозахисного обробітку ґрунту можна застосовувати без ризику зменшення продуктивності рослинництва при одночасному зниженні ерозійних процесів в агроландшафтах і досягненні вищих економічних показників.

2.2.3. Обробіток ґрунту в Степу

Інтенсифікація технологій вирощування більшості сільськогосподарських культур поряд із збільшенням врожайності призвела до помітного зростання енергетичних затрат, внаслідок чого на одержання додаткової одиниці продукції витрачається більше енергії, ніж міститься в самому врожаї. З другого боку, інтенсивний обробіток ґрунту поглиблює ерозійні процеси, які призводять до величезних щорічних втрат потенційної енергії. Так, за підрахунками вчених, щорічні втрати ґрунтового гумусу від змивання і видування дрібнозему в цілому по Україні перевищують 10 млн т, в яких міститься $18,36 \times 10^{10}$ МДж енергії, тобто така кількість, якої достатньо для виробництва майже 10 млн т зерна. Тому розробку прийомів запобігання ерозійним процесам у степовій зоні України слід розглядати як найважливішу складову проблеми енергозбереження в землеробстві (Грабак Н.Х. та ін., 1989).

В умовах інтенсивного прояву вітрової та водно-вітрової ерозії в зоні Степу найважливішою вимогою до механічного обробітку ґрунту є створення в найбільш ерозійно небезпечні періоди надійного ґрунтозахисного фону, який визначається переважно фільтраційною здатністю ґрунту, агрегатним складом його верхнього шару, наявністю на поверхні ґрунту достатньої кількості післяжнивних і післязбиральних рослинних решток.

Степова зона займає південну і південно-східну частини України і є найбільшою у нашій державі. На її частку припадає 45,9 % площі сільськогосподарських угідь (майже 19 млн. га). У цілому її ґрунтово-кліматичні умови сприятливі для вирощування високих урожаїв більшості теплолюбних сільськогосподарських культур. Серед несприятливих землеробських факторів найшкідливішими є періодичні посухи, суховії, вітрова ерозія, нестійкість снігового покриву. Середня багаторічна сума опадів за рік зменшується від 450 мм до 300-350 мм у напрямі з півночі на південь зони.

У землеробстві степової зони одним із головних напрямків є мінімалізація обробітку ґрунту, яка сприяє поліпшенню водного режиму – головного фактора, який визначає продуктивність землеробства у Степу.

Зменшенням кількості технологічних операцій, а також зменшенням глибини і площі оброблюваного шару ґрунту, а також застосуванням комбінованих і широкозахватних агрегатів забезпечують краще накопичення і зберігання опадів, рівномірний розподіл насіння по площі і глибині, своєчасну появу сходів, добрий розвиток рослин восени, стійкість їх проти несприятливих факторів зовнішнього середовища.

Науково-дослідними установами степової зони зібрано багато експериментальних даних про вплив різних способів і глибини обробітку ґрунту на стік талих та зливових вод, змивання та видування дрібнозему, агрофізичні та біологічні властивості ґрунту, засміченість його бур'янами, ураженість рослин шкідниками та хворобами, продуктивність сільськогосподарських культур, якість урожаю та ін. Дослідженнями доведено, що заміна полицевої оранки обробітком без перевертання оброблюваного шару ґрунту надає його поверхні стійкості не тільки проти вітрової, а й проти водної ерозії. Безполицевий обробіток, особливо доповнений щільуванням, сприяє зменшенню у ранньовесняний період змиву дрібнозему у 2-13 разів завдяки наявності на поверхні поля післяжнивних та післязбиральних рослинних решток, збільшенню їх вмісту у верхньому шарі ґрунту і кращої його інфільтрації.

За даними Інституту зернового господарства УААН, при застосуванні на чорноземах звичайних малогумусних таких ґрунтообробних знарядь, як КПШ-9, КПЭ-3,8, АКП-2,5, ЧКУ-4, ПЧ-2,5, менше розпилюється поверхневий шар ґрунту, залишаються на поверхні поля рослинні рештки, в результаті зменшується температура ґрунту в найбільш жаркий час дня і зменшується швидкість вітру в приземному шарі, а вологість оброблюваного шару підвищується на 2-3 % (Круть В.М. та ін., 1985). При досить частих зимових пилових бурях у степовій зоні мульча з рослинних решток запобігає або помітно послаблює інтенсивність видування ґрунту. У дослідях Інституту охорони ґрунтів УААН із зораного зябу (попередник озимої пшениці) було знесено 34 мм ґрунту, тоді як після плоскорізного розпушування дрібнозем лише розподілявся в межах поля. У роки із

сталим сніговим покривом за осінь і зиму при безполицевому основному обробітку в ґрунті нагромаджується на 10-25 % більше продуктивної вологи, ніж після оранки.

Не виявлено істотної різниці між способами обробітку і за таким важливим агрофізичним показником, як об'ємна маса ґрунту, яка практично не виходить за межі оптимальних значень для основних вирощуваних культур. Поряд з цим у більшості дослідів при плоскорізному і мілкому обробітку збільшувалися забур'яненість посівів, чисельність деяких шкідників зернових, особливо жужелиці, стеблових трачів, а також ураженість озимої пшениці кореневою гниллю, що подекуди призводило до зменшення врожайності сільськогосподарських культур.

Разом з тим при використанні плоскорізів та інших знарядь для обробітку ґрунту без перевертання і перемішування створювались сприятливі умови для очищення полів від насіння бур'янів, завдяки чому урожайність культур спочатку вирівнювалась, а потім зростала. За даними Інституту зернового господарства УААН (Круть В.М., Бенедичук М.Ф., 1979), весняно-літніми культивуваннями чорного пару при полицевому обробітку знищується 142, а при плоскорізному – 172 рослини бур'янів на 1 м².

Слід зазначити, що в перші роки переходу до безполицевого обробітку ґрунту збільшувалась засміченість посівів. Так, у дослідях Інституту землеробства УААН у 1975-1978 рр. вегетуючих бур'янів у посівах кукурудзи на фоні плоскорізного обробітку було на 58% більше, ніж після оранки, а в 1981-1983 рр. ця різниця вже нівелювалась. Якщо в першому випадку врожайність зерна після плоскорізного розпушування була на 0,3 ц/га меншою, то в другому, навпаки, на 2,3 ц/га вищою.

Зернові культури. Переваги будь-якого агротехнічного заходу, у тому числі й системи обробітку ґрунту, визначаються врожайністю вирощуваних культур. Узагальнені результати польових дослідів, проведених в умовах зони протягом 1959-1983 рр., свідчать про те, що озима пшениця по чорному пару в південних та північних районах Степу, а також на Донецькому кряжі практично не реагує на спосіб та глибину основного обробітку ґрунту: різниця врожайності, за даними 16 дослідів, не перевищувала 1,9 ц/га при середньому рівні її 40-42 ц/га. На рівнинних землях виявлялася деяка перевага дискових

знарядь, а на схилах – протиерозійних культиваторів. Кращої якості обробітку досягали за один прохід агрегату.

Мілкий обробіток (переважно плоскорізними знаряддями) під озими після зайнятого пару, стерньових попередників, кукурудзи на силос та зелений корм має переваги над оранкою: у північному Степу урожайність озимих була на 0,7-2,9 ц/га (12 дослідів), у південному – на 1,1-1,5 ц/га (22 досліді), на Донецькому кряжі – на 0,1-3,2 ц/га вищою (5 дослідів).

Практично скрізь як плоскорізне розпушування на задану глибину (20-22 см), так і мілкий обробіток на 10-12 см забезпечували майже однакову урожайність зерна ярого ячменю.

У 25 дослідях урожайність кукурудзи на зерно після оранки, плоскорізного розпушування, комбінованого та мілкого обробітків була практично однаковою.

Глибоке й мілке безполіцеве розпушування під кукурудзу на силос і зелену масу, як правило, зменшувало врожайність. Наприклад, у середньому за 1974-1984 рр. в Інституті охорони ґрунтів УААН урожай силосної маси кукурудзи становив: після оранки – 272, глибокого плоскорізного розпушування – 247, мілкого – 239 і комбінованого обробітку – 251 ц/га.

У дослідях із соняшником вибірковості цієї культури до способів обробітку ґрунту не спостерігали.

Культури ґрунтозахисних сівозмін більше реагували на безполіцевий обробіток ґрунту, ніж у польових сівозмінах. За даними Миколаївської обласної сільськогосподарської дослідної станції, при обробітку ґрунту комплексом знарядь поліцевого типу вихід продукції в ланці сівозміни чорний пар – озима пшениця – кукурудза на зерно – ярий ячмінь становив 153,8 ц/га умовного зерна, тоді як при використанні плоскорізів – 166 ц/га.

Дослідження Інституту охорони ґрунтів УААН, проведені на чорноземах звичайних північного Степу України, показали, що в 9-пільній сівозміні комбінований обробіток, який складається з двох оранок, трьох розпушувань і трьох мілких обробітків, ефективніший, ніж систематичний безполіцевий. Так, з 1 га сівозмінної площі тут отримали при комбінованому обробітку на 2,1 ц зернових одиниць більше, ніж при безплужному. Аналогічними були результати досліду, який закладався на чорноземах південних (табл. 33).

Таблиця 33 – Урожайність культур ґрунтозахисної сівозміни залежно від способів обробітку чорноземів звичайних (середнє за 1974-1983 рр.), ц/га

Культура	Спосіб обробітку ґрунту	
	поліцевий	плоскорізний
Пшениця озима	20,8	22,1
Ячмінь ярий	22,3	24,0
Сіно багаторічних трав:		
першого року використання	25,4	27,9
другого року використання	32,2	34,3

При вивченні продуктивності ґрунтозахисної сівозміни (ярий ячмінь з підсівом багаторічних трав – багаторічні трави – багаторічні трави – озима пшениця) виявлено, що плоскорізний обробіток ґрунту забезпечує щороку продуктивність 83,8 ц/га зернових одиниць, тоді як традиційний поліцевий – на 7,1 ц/га менше. Позитивний вплив безполіцевого обробітку значно зростає в екстремальні за зволоженням роки.

Численні досліді переконують, що система основного обробітку ґрунту під ярі культури за типом поліпшеного зябу ефективніша, ніж напівпарова, оскільки при цьому внаслідок механічного та хімічного обробітку знищуються багаторічні бур'яни. Крім того, досягається значний ґрунтозахисний ефект. Так, під час лютого-березневих пилкових бур із зябу, обробленого за типом напівпару поліцевими знаряддями, було винесено за межі поля більш як 30 м³/га дрібнозему, а після поліпшеного зябу, піднятого в кінці грудня, виявлено лише деякий перерозподіл ґрунту в межах поля.

Доведено, що на поліпшеному плоскорізному зябі еродованість зменшується на 37,5 %, весняні запаси продуктивної вологи в метровому шарі ґрунту внаслідок збільшення кількості післяжнивних решток та кращої інфільтрації ґрунту зростають на 15,4 мм, а кількість багаторічних бур'янів – на 27 %.

Серед заходів захисту ґрунтів від зливової ерозії в посівах просапних культур заслугове на увагу щільовання міжрядь при першому їх обробітку на 18-20 см. У дослідях Інституту охорони ґрунтів УААН змив дрібнозему при цьому зменшувався з 17,5 до 7,3 м³/га, а врожайність силосної маси кукурудзи за рахунок сприятливішого водного режиму зростала на 26 ц/га при врожайності на контролі 194 ц/га. У посушливі роки такий агрозахід може призвести до зменшення врожайності кукурудзи. Так, у

1975 р. у варіантах із щільованням міжрядь вона знизилася на 18-22 ц/га при врожайності на контролі 113 ц/га.

Для того, щоб зберегти запаси вологи при обробітку помірно вологого ґрунту і поліпшити його кришіння, проводять попереднє розпушування голчастою бороною БІГ-3 із встановленням робочих органів на режим найбільш інтенсивного кришіння. При обробітку сухого ґрунту кращих результатів досягають, коли услід за збиранням попередника проводять обробіток дисковими лушпильниками і боронами.

На схилових землях після культиваторів-плоскорізів поле обробляють голчастою бороною БІГ-3, що забезпечує його вирівнювання і часткове ущільнення, а також зарівнює щілини по слідах проходів стояків робочих органів плоскорізів. Для високоякісної підготовки поля до сівби при низькій вологості ґрунту виникає потреба повторного обробітку голчастою бороною. У такому разі диски встановлюють в пасивному положенні, а батареї – на мінімальний кут атаки.

Дискові лушпильники, як знаряддя основного обробітку ґрунту під озиму пшеницю, краще використовувати тоді, коли ґрунт ще достатньо вологий. Якщо він сухий, а особливо коли пшеницю висівають після кукурудзи на силос, то навіть при максимальному куті атаки і багаторазовому проході агрегату не завжди досягається глибина обробітку 8-10 см.

Важкі борони БД-10 із сферичними дисками, як правило, забезпечують достатню глибину розпушування сухого ґрунту за три, а з візними (БДГ-7) – за два проходи агрегату.

Для якісної розробки ґрунту і створення вирівняного ложа для насіння після обробітку треба обов'язково провести культивацію, а для кращого кришіння ґрунту – додатковий обробіток голчастою бороною в режимі пасивного розпушування.

За даними Інституту зернового господарства УААН, при обробітку помірно вологого ґрунту в зоні Степу на глибину 8-10 см економічно вигідно застосовувати технології з використанням дискових лушпильників ЛДГ-10 і ЛДГ-15, плоскорізів КПШ-9 і протиерозійних культиваторів КПЭ-3,8А. Використання дискових лушпильників дозволяє підвищити продуктивність праці в 1,5-2 рази, порівняно з іншими технологіями.

При обробітку сухого ґрунту, навпаки, найбільш економічно вигідною виявилася технологія із застосуванням комбінованого агрегату АКП-2,5 і фрези КФГ-3,6, що дозволяє на кожному гектарі економити

до 3,5- 4,0 кг паливно-мастильних матеріалів і 0,40-0,45 люд.-год, порівняно з використанням важких дискових знарядь типу БДГ-7.

Після попередників, які рано збирають, доцільним є обробіток корпусними лушпильниками на глибину 10-12 см. Порівняно з оранкою на глибину 20-22 см, при такому обробітку на кожному гектарі економиться близько 25 % трудових затрат і на 4,5-5 кг менше витрачається палива (Круть В.М. і др., 1985).

Деяке підвищення врожайності озимої пшениці спостерігається при сівбі стерньовими сівалками СЗС-2,1 (табл. 34) в роки з посушливим передпосівним періодом (1979-1981 рр.) і зниження – в нормальні за зволоженням роки (1980). У цілому застосування стерньової сівалки не підвищує врожаю (Круть В.М. і др., 1985).

Таблиця 34 – Урожайність культур сівозміни при різних основних обробітках ґрунту і способах сівби (1979-1981 рр.), ц/га

Система основного обробітку ґрунту в сівозміні	Озима пшениця при сівбі сівалкою		Кукурудза	Ячмінь при сівбі сівалкою		Соняшник
	СЗ-3.6	СЗС-2.1		СЗ-3.6	СЗС-2.1	
Різноглибинна:						
полицева	49.1	49.4	47.4	28.6	23.2	26.9
плоскорізна	49.7	50.3	47.8	28.8	22.7	27.9
Мінімальна плоскорізна:						
щорічно	50.9	51.3	48.5	28.5	22.3	27.9
через рік	50.8	51.1	47.9	29.1	23.6	27.6
Комбінована	50.3	51.1	49.2	28.5	23.2	27.8
НІР ₀₅	1.5	1.7	2.0	1.2	0.8	0.7

За даними Донецької протиерозійної дослідної станції, на чорноземах звичайних урожай зернових і просапних культур при поверхневому плоскорізному обробітку в 1976-1983 рр. був таким же, як і при глибокому обробітку (оранка, плоскорізний). Тому в Донбасі проводити щорічну й періодичну оранку недоцільно. На паровому полі рекомендується восени не проводити основного обробітку, а навесні обробляти ґрунт плоскорізами на глибину 10-12 см. Це забезпечує приріст врожайності озимої пшениці (1976-1983 рр.) 2,9 ц/га (Щербак В.И. і др., 1985).

У зоні сильного прояву водної і вітрової ерозії (за даними Луганської дослідної станції) при ґрунтозахисних технологіях обробітку чорного пару після соняшнику при глибокому (25-27 см) і мілкому

(10-12 см) плоскорізних розпушуваннях, застосуванні дискових знарядь у поєднанні із щільванням і без нього, порівняно із оранкою, агрофізичні властивості не погіршуються, засміченість посівів зменшується, протиерозійна стійкість ґрунту підвищується. В результаті врожайність озимої пшениці після пару при вказаних способах обробітку під нього не знижується.

Сформована протягом багатьох десятиліть технологія вирощування озимої пшениці в степовій зоні України передбачає обов'язкове внесення гною безпосередньо в парове поле під глибоку оранку. Разом з тим доведено доцільність застосування плоскорізного і мілкого основних обробітків чорного пару, що зумовлює необхідність внесення гною в поверхневий шар ґрунту або під соняшник, який передує чорному пару.

Ефективність гною і мінеральних добрив при плоскорізному обробітку і без обробітку (із щільванням) не знижується, порівняно з оранкою (Круть В.М. і др., 1985).

Аналогічні результати отримані на Донецькій протиерозійній дослідній станції (Лукьянчикова З.И. і др., 1985).

Одержані результати дають підставу вважати, що традиційна технологія з обов'язковим внесенням органічних добрив безпосередньо в чорний пар під глибоку оранку не є єдино правильною.

Отже, способи обробітку чорного пару істотно не впливають на час появи сходів, ріст, розвиток і перезимівлю озимої пшениці. Тому перевагу слід віддавати менш енергомістким і більш ефективним ґрунтозахисним безполицевим способам обробітку ґрунту (табл. 35).

Таблиця 35 – Залежність урожайності озимої пшениці після чорного пару залежно від способу обробітку ґрунту, ц/га

Установа, автор	Спосіб обробітку		
	оранка на глибину 25-27 см	плоскорізний на глибину, см	
		25-27	10-12
Луганська дослідна станція (Токаренко В.Н., 1982-1985 рр.)	42,3	44,4	44,1
Кримське НВО "Еліта" (Зінченко В.І., Женченко К.Г., 1977-1987 рр.)	43,5	44,2	44,4
Херсонський ДАУ (Сенливий В.Н., 1979-1981 рр.)	39,3	41,2	42,8
Донецька протиерозійна дослідна станція (Шербаков В.И., 1976-1983 рр.)	48,0	48,2	50,9
Луганська дослідна станція (Круть В.М., 1978-1984 рр.)	42,8	43,3	43,0
У середньому	43,2	44,3	45,0

Рекомендується застосовувати мілкий обробіток ґрунту в зайнятих парах на основі післязбирального лушення дисковими знаряддями із наступним розпушуванням на глибину не більше 8-12 см культиваторами-плоскорізами КПШ-2,2, КПЭ-3,8, КПШ-5, ОПТ-3-5. Такий обробіток ґрунту, наприклад, після еспарцету, сприяє підвищенню врожаю озимої пшениці на 3,1-4,3, озимого жита – на 2,3-2,8 ц/га. У посушливі роки ці відмінності більш відчутні і відповідно становлять 9,9-14,6 і 5,7-9,5 ц/га (Токаренко В.Н., 1986).

За даними Розівської дослідної станції, способи обробітку ґрунту не впливали на запаси продуктивної вологи під посівами пшениці. Забур'яненість парового поля і посівів зростала при плоскорізному обробітку. В середньому за 5 років по оранці налічувалося бур'янів 170-221, а після плоскорізного обробітку – 278-382 шт./м². При внесенні гною забур'яненість чорного пару збільшувалася відповідно в 1,3 і 1,4 рази. У передгірському Криму на чорноземі південному карбонатному (Яровенко В.В. і др., 1985) різниця в урожаї в ланці парозаймаюча культура – озима пшениця при щорічній оранці, різноглибинному плоскорізному розпушуванні, обробітку дисковою бороною була неістотною. Проте, заміна оранки на глибину 20-22 см плоскорізним розпушуванням на таку ж глибину знижувала затрати паливно-мастильних матеріалів на 1 га на 32 %, а мілким обробітком (на 10-12 см плоскорізом і дисковою бороною) – відповідно в 2 і 2,2 рази. При використанні для мілкого обробітку навіть звичайних плоскорізних знарядь КПП-2,2 і важких дискових борін продуктивність праці, порівняно з оранкою, підвищилася відповідно в 1,8 і 2 рази.

Продуктивність широкозахватних знарядь (плоскоріза КПШ-9 і важкої дискової борони БДТ-7) була відповідно в 3,7 і 5,2 рази вищою, ніж плуга ПЛН-4-35. Застосування більш енергоємких полицевих знарядь при нестачі вологи у ґрунті часто призводить до утворення брил і проведення додаткових операцій для створення дрібногрудочкуватої структури ґрунту. При обробітку ґрунту плоскорізами, особливо дисковими знаряддями, брили не утворюються.

Щодо ярих культур, то врожай ярого ячменю, наприклад в умовах Донбасу, також був приблизно однаковий при оранці і плоскорізному обробітку (Щербаков В.И. і др., 1986; Гармашов В.И., 1986).

Просапні культури. У сівзмінах степової зони просапні культури сприяють розвитку ерозії і дефляції. Так, при індустріальній техноло-

гії вирощування кукурудзи внаслідок проведення інтенсивних передпосівних операцій дисковими знаряддями і важкими волокушами-вирівнювачами помітно знижується протиерозійна стійкість ґрунту. У ньому менше нагромаджується вологи. Все це виявляється в роки з нестачею ґрунтової вологи, а також при зливових опадах і дефляційно небезпечних вітрах.

Особливо небезпечно в протиерозійному відношенні вирівнювання зябу з осені. За багаторічними даними Інституту зернового господарства УААН, у регіонах розвитку водної і вітрової ерозії, а також на запливаючих ґрунтах з низькою водостійкістю вирівнювання зябу посилює ерозію, зумовлює менше нагромадження вологи і зниження, а інколи й повну загибель врожаю зерна кукурудзи в посушливі роки.

За агроекономічною і ґрунтозахисною ефективністю в посушливих умовах степової зони України при підготовці ґрунту під просапні культури перевагу має безполицевий спосіб обробітку з максимальним збереженням на поверхні поля рослинних решток.

Застосування різноглибинного плоскорізного, поверхневого і комбінованого обробітку не знижує врожайності основних культур, а також ефективності органічних і мінеральних добрив (Круть В.М. і др., 1985). У посушливі роки такий обробіток дає змогу додатково мати 2,1-3,7 ц/га зерна за рахунок кращих умов зволоження (Пабат І.А. і др., 1986). За даними Інституту охорони ґрунтів УААН, застосування для основного обробітку ґрунту плоскорізних знарядь у Луганській області разом із зниженням еродованості на 37,5 % сприяє збільшенню запасів вологи в метровому шарі ґрунту на 15,4 мм, знищенню великої кількості багаторічних бур'янів.

Виключення ранньовесняного боронування та першої культивуації і зменшення глибини міжрядних обробітків до 5-6 см не призводять до погіршення водного режиму ґрунту, збільшення забур'яненості і зниження врожайності насіння соняшнику, зерна і силосної маси кукурудзи. Протиерозійна стійкість ґрунту в такому разі частково вища завдяки не зруйнованим обробітками рослинним решткам і структурі поверхневого шару ґрунту. Незважаючи на те, що до сівби кукурудзи і соняшнику на необроблених навесні ділянках маса бур'янів була на 2,0-7,9 г/м² більшою, порівняно з обробленими, передпосівною культивуацією ці відмінності нівелюються, і під час вегетації не спостерігалось істотної різниці в забур'яненості по варіантах з мінімізацією і без неї.

Отже, в умовах північного Степу при вирощуванні соняшнику і кукурудзи слід застосовувати ґрунтозахисну агротехніку, яка передбачає: для соняшнику – 2-3-разове лушення стерні плоскорізними культиваторами на глибину 8-10 см, розпушування на 25-27 см, передпосівну культивуацію на 6-7 см (у сприятливі) або на 8-9 см (у несприятливі роки), обробіток міжрядь на глибину 5-6 см; для кукурудзи – 2-3-разове лушення стерні плоскорізними культиваторами на глибину 8-10 см, розпушування на 28-30 см, передпосівну культивуацію на 7-8 см, культивуацію міжрядь на 5-6 см (Грабак Н.Х., 1985).

Дослідження, проведені в південній частині зони, в умовах степового Криму на південних чорноземах, показали (Репецкий А.Т., 1986), що ґрунтозахисні технології основного обробітку, порівняно із системою, яка включає глибоку вересневу оранку, сприяли підвищенню врожайності насіння соняшнику в середньому на 1-1,4 ц/га при інтенсивній весняній підготовці поля і на 1,1-1,5 ц/га – при мінімальній. Переваги ґрунтозахисної технології обробітку поля особливо виявилися в посушливі роки. Зменшення глибини як оранки, так і плоскорізного обробітку не впливало негативно на продуктивність соняшнику. Заміна використовуваної тут раніше полицевої системи обробітку ґрунту під соняшник ґрунтозахисною сприяла захисту ґрунтів від вітрової ерозії, зниженню прямих витрат, витрат палива, собівартості насіння і підвищенню рівня рентабельності на 16,7 %.

Для соняшнику найефективнішою є ґрунтозахисна енергозберігаюча технологія, що передбачає плоскорізний післязбиральний дворазовий на глибину 10-12 см і восени на 20-22 см обробіток ґрунту з однією весняною передпосівною культивуацією.

У світовому землеробстві все більшої популярності набуває обробіток ґрунту чизельними знаряддями, який ще називають консервуючим обробітком. За даними Інституту зернового господарства УААН, при такому обробітку складаються сприятливіші водний і поживний режими ґрунту, а врожай зерна кукурудзи в середньому за 3 роки був вищим, ніж на контролі, на 0,8 ц/га (Буряков Ю.П., Цьков В.С., 1986). Врожайність соняшнику була практично однаковою при обох способах обробітку. Економічний аналіз результатів дослідів показав, що на схилі землях доцільніше вирощувати кукурудзу на зерно при консервуючому основному обробітку ґрунту, при якому, порівняно з оранкою, забезпечується зниження трудомісткості і собівартості

сті одиниці продукції, підвищується окупність виробничих затрат на 10 %, а витрати рідкого палива на 1 га зменшуються в середньому на 7,9 кг. Чизельний обробіток, порівняно з оранкою, дозволяє економити на 1 га 1700-1800 МДж сукупної енергії.

Якщо в попередні роки перед науково-дослідними установами, які займаються проблемою захисту ґрунтів від ерозії, стояло завдання розробити для еродованих і ерозійно небезпечних земель систему обробітку ґрунту, яка б сприяла значному зменшенню ерозійних процесів при одночасному скороченні трудових і матеріальних затрат без зменшення врожайності сільськогосподарських культур, то нині необхідно зробити істотний крок уперед – розробити таку технологію обробітку ґрунту, яка скоротила б ерозійні процеси до безпечних масштабів, економила б не тільки трудові і матеріальні, а й енергетичні ресурси, забезпечила б зростання врожайності.

Отже, для збереження родючості ґрунту, підвищення продуктивності вирощуваних культур та стабілізації їх урожайності в умовах інтенсивного землеробства в господарствах степової зони України слід застосовувати не традиційну полицеву, а ґрунтозахисну технологію, яка передбачає диференційований обробіток ґрунту в сівозміні. При цьому найповніше враховуються біологічні особливості вирощуваних культур, а також протягом року створюється протиерозійний фон. За такої технології вдосконалюють безполіцеві способи обробітку ґрунту на основі застосування більш сучасних ґрунтообробних знарядь у поєднанні із щільованням та іншими ефективними ґрунтозахисними заходами, мінімалізують її аж до прямої сівби деяких культур, мульчують поверхню ґрунту соломкою та рослинними рештками, оптимізують агрофізичні, біологічні та агрохімічні властивості орного і кореневмісного, а також оструктуреність поверхневого шарів, відпрацьовують увесь технологічний цикл при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Під основні вирощувані в цій зоні культури можна рекомендувати подані нижче ґрунтозахисні технології.

Озима пшениця по чорному пару після соняшнику – агрофон, який найбільшою мірою зазнає впливу водної ерозії і дефляції. Для зменшення небезпеки розвитку цих несприятливих процесів після збирання соняшнику проводять лушення дисковими лушчильниками ЛДГ-15 на глибину 5-7 см або важкою дисковою бороною з наступним гли-

боким плоскорізним розпушуванням КПП-250 на глибину 28-30 см. На схилах крутизною понад 1° слід проводити пізно восени щільовання зябу на 45-60 см через 4-6 м щілинорізами ЩП-000, ЩП-3-70.

Першу весняну культивуацію на 10-12 см виконують КПЭ-3,8, пізніше проводять різноглибинні культивації КПС-4+БЗСС-1,0 на глибину від 6-7 до 8-10 см; вносять мінеральні добрива; проводять передпосівну культивуацію КПС-4,0+БЗСС-1,0 на 5-7 см. Сівбу слід проводити сівалками СЗ-3,6, СЗП-3,6, а в посушливі роки у разі потреби – СЗС-2,1.

В умовах переважного прояву вітрової ерозії проводять смуговий пар, у якому проводять смугове внесення гною восени; оранку угноєних смуг ПЛН-4-35 на 28-30 см; ранньовесняне боронування зораного зябу БЗТС-1,0 на 5-6 см; внесення навесні гною на неудобрені смуги; загортання гною важкими дисковими боровами БДТ-3, БДТ-7 на 10-12 см; наступні операції з догляду за чорним паром.

Озима пшениця після зайнятого пару і непарових попередників. Лушення після кукурудзи на силос, гороху проводять дисковими лушчильниками ЛДГ-15 на 5-7 см або важкою дисковою бороною після багаторічних трав. Потім проводять обробіток комбінованими агрегатами типу КПШ-9, КПЭ-3,8+БИГ-3А; АКП-2,5; БДТ-7+КПС-4; ОПТ-3-5 та ін. При потребі для знищення бур'янів і кращої розробки посівного шару ґрунт культивують КПС-4,0+ БЗСС-1,0 на 5-7 см. На схилітих землях крутизною схилу понад 1° перед сівбою проводять щільовання ґрунту на глибину 40-50 см через 5-7 м щільовачами ЩН-2-140 (ЩП-000).

Ярі колосові культури. Після пізніх попередників ґрунт обробляють дисковими лушчильниками ЛДГ-15 на глибину 5-7 см, а при значному ущільненні – дисковими боровами типу БДТ-7 на глибину 8-10 см з повторним обробітком плоскорізними знаряддями (КПП-2,2) на 12-14 см з одночасним внесенням мінеральних добрив.

Після стерньових попередників проводять лушення плоскорізними культиваторами на 8-10 см в агрегаті з голчастою бороною БИГ-3А і котками ЗККШ-6. При відростанні бур'янів і падалиці обробіток повторюють. Наприкінці вересня – на початку жовтня здійснюють основний плоскорізний обробіток на глибину 12-14 см. На схилітих землях пізно восени щільовують зяб на 50-60 см через 5-7 м щільовачами ЩН-2-140 (ЩП-000). Навесні проводять передпосівну культивуацію КПС-4,0+БЗСС-1,0 на 6-7 см і сівбу СЗ-3,6 на таку ж глибину.

Просанні культури. Лушать стерню бороною БИГ-3А на 5-7 см або будь-яким плоскорізом-культиватором (КПШ-5; КПШ-9; КПЭ-3,8; ОПТ-3-5) на 8-10 см; вносять мінеральні добрива; проводять обробіток КПШ-9, КПЭ-3,8+БИГ-3А на 8-10 см (у міру відростання бур'янів); плоскорізне розпушення КПГ-250 на глибину від 25 до 30 см; щілювання зябу на схилах ЩН-2-140 на 50-60 см; вносять гербіциди; здійснюють передпосівну культивуацію КПС-4,0+БЗСС-1,0 (УСМК-5,4) на 6-7 см, сівбу СПЧ-6М, СУПН-8) на 6-7 см; боронують посіви БЗСС-1,0 на 3-4 см; обробляють посіви кукурудзи гербіцидами; виконують міжрядний обробіток (при наявності бур'янів) КРН-5, 6+КЛТ-3,8, КРН-4, 2+КЛТ-3,8 на 5-6 см. Якщо треба внести органічні добрива, їх розкидають після мілкого плоскорізного обробітку ґрунту і заорюють ПЛН-4-35 на глибину від 25 до 30 см. Рано навесні такий зяб боронують БЗТС-1,0 на 5-6 см.

Оскільки рекомендована ґрунтозахисна технологія вирощування сільськогосподарських культур передбачає проведення в сівозміні періодичної оранки для загортання органічних добрив, важливо запланувати заходи захисту таких полів від водної і вітрової ерозії. Після культур з раннім строком збирання лушення стерні, а також наступний мілкий обробіток у системі поліпшеного зябу для запобігання зливовій ерозії проводять знаряддями плоскорізного типу. За даними Інституту зернового господарства УААН (Круть В.М. та ін., 1982), використання плоскорізних культиваторів для лушення поля після стерньових попередників зменшує стік зливових опадів від 97,2 до 37,2 мм і збільшує сумарне поглинання води ґрунтом від 116,3 до 176,6 мм. При цьому змив дрібнозему зменшується в 5,5 рази.

Стійкість зораного зябу проти стоку та змиву талими водами посилюється пізноосіннім щілюванням, а проти дефляції – підняттям такого зябу наприкінці вересня – на початку жовтня.

Слід ширше застосовувати чизельні знаряддя, які забезпечують надійний захист ґрунтового покриву від вітрової ерозії і практично повне регулювання стоку талих вод на схилах.

2.2.4. Обробіток ґрунту в Передкарпатті, Карпатах і Закарпатті

Гірська територія характеризується глибоким базисом ерозії і неоднорідним рельєфом, тому поверхневий стік на оголених схилах і

умовлені ним ерозійні процеси є особливо інтенсивними, чому сприяють висота гір та опади. Територія Карпат має неоднакові межі за висотою: у гірських долинах річок нижня межа проходить на висоті 300-500 м над рівнем моря. Сучасна верхня межа лісолучної зони проходить на висоті 1100-1250 м і лише місцями в південно-східній частині досягає 1500 м над рівнем моря.

У Карпатах розташовані південні райони Львівської, Івано-Франківської, Чернівецької та північні Закарпатської областей.

Кліматичні умови гірських районів закономірно змінюються із збільшенням висоти над рівнем моря. Так, у січні із збільшенням висоти на кожні 100 м температура знижується на 0,4° С, а в липні – на 0,7°С. На висоті 1500 м середня температура липня становить 12°С, а січня – мінус 10°С, сума активних температур знижується до 600°С. Із кожним збільшенням висоти на 100 м кількість атмосферних опадів збільшується на 20-25 мм. На висоті 1200 м середньорічна сума опадів становить майже 1200 мм. Тривалість залягання снігового покриву в горах збільшується удвічі, а товщина – до 30-50 см.

Через велику кількість опадів і зниження температурного режиму територія гірських лісолучних районів характеризується надмірним зволоженням. За кліматичними показниками її можна поділити на три вертикальних кліматичних пояси. *Нижній пояс* – до висоти 850 м – займає найбільшу територію в районі Бескидів: Воловецького міжгір'я, Ясенської, Жабівської і Путильської улоговин. Сума активних температур тут коливається від 1600 до 2200°С. Атмосферних опадів за рік випадає на схилах майже 1000 мм, а в улоговинах – до 800 мм. Теплий період настає у третій декаді березня і закінчується в середині листопада і триває 240 днів. Період активної вегетації – 125 днів. Кліматичні ресурси цього поясу забезпечують вирощування озимих і ярих зернових культур, картоплі, огірків, кукурудзи на силос.

Середній пояс займає схили міжгірних долин Горган, Полонинського хребта, Чорногорського та Рахівського масивів і Покутсько-Буковинських гір. Сума активних температур тут становить 1000-1600°С, річних опадів, залежно від експозиції схилу, – 900-1200 мм. Клімат достатньо теплий для вирощування буряків, капусти, картоплі, гречки та вівса на зелений корм.

Верхній пояс займає схили вододільних хребтів і міжгір'я з висотами 1250-1500 м над рівнем моря. Його можна назвати холодним.

Сума активних температур – 600-1000°C, опадів – 1500 мм. Тривалість загального періоду вегетації – майже 200 днів, активної вегетації – 60-85 днів. Вегетація рослин починається з першої декади квітня і закінчується на початку листопада. Теплові ресурси дають змогу вирощувати тут найменш теплолюбні культури – турнепс, ріпу, редиску, картоплю, овочі та деякі кормові культури.

Гірським лісолучним районам властиві суглинково-щебенюваті бурі лісові ґрунти і меншою мірою – підзолисті та торф'яні. Ґрунто-творними породами бурих лісових ґрунтів є залишковий грубощебенюватий матеріал різних порід на вододілах та крутосхилах і суглинкові наноси, які підняті і відкладені на пологих схилах поверхневими, а в річкових долинах – поверхневими і річковими водами. Підґрунтя складається з дрібних і великих уламків гірських порід, що утворюють природний внутрішній дренаж. З висотою гранулометричний склад бурих лісових ґрунтів стає легшим, погіршується режим фосфорного живлення. Ґрунто-творними породами для гірських підзолистих ґрунтів є малодренувані суглинкові відклади та виходи маловодопроникних порід.

Серед заходів збереження і підвищення родючості гірських ґрунтів основним є боротьба з поверхневим зливом і наливом за допомогою регулювання поверхневого і підґрунтового стоку.

Строкатість природних умов ускладнює оцінку ерозійних процесів і вибір заходів захисту ґрунтів від руйнування. Інтенсивність ерозії залежить від типу ґрунту, крутизни та експозиції схилу, рослинного покриву, опадів і характеру використання земель. Значна крутизна схилів, мала водопроникність ґрунтів і ослаблений рослинний покрив визначають показник стоку і швидкість руху води. На схилах гір шари стоку води утворюють струмки, з яких швидко утворюються більші потоки з масою дрібнозему, щебеню та уламків порід. Такі потоки з мутною водою і камінням рухаються з великою швидкістю і руйнують береги та споруди.

Науковими дослідженнями доведено, що фізичні показники змитих ґрунтів значно відрізняються від повнопрофільних. У змитих ґрунтах, порівняно з незмитими, підвищується об'ємна і питома маса, зменшується кількість гіроскопічної вологи. Запаси продуктивної вологи на таких ґрунтах навесні в усіх шарах значно менші, ніж у незмитих.

Погіршення водно-фізичних властивостей еродованих ґрунтів – одна з головних причин збільшення поверхневого стоку, який виникає при весняному таненні снігу та від опадів.

З комплексу заходів захисту ґрунтів від водної ерозії найдешевшими і доступними для виробництва є агротехнічні, до яких належать: ґрунтозахисний обробіток ґрунтів і посівів, удобрення, ґрунтозахисні сівозміни та ін.

У кожному поясі питома вага агротехнічних заходів залежить від основного виробничого напрямку господарювання з урахуванням крутизни схилу. У горах, особливо у верхньому поясі Карпат, де переважають пасовища, агротехнічні заходи слід спрямовувати на підвищення продуктивності пасовищ і сіножатей: регулювання випасів худоби, впровадження загінної системи випасання, підвищення поживності пасовищних зеленої маси та сіна. Строки випасання на високогірних пасовищах обмежуються 2-3 місяцями. Пасовищну площу розділяють на 5-10 загонів, які відділені природними межами – ярами, балками, лісосмугами, лісом тощо.

Для відновлення родючості ґрунту і цінного травостою через 4-6 років випасання загони упродовж 1-2 років використовують на сіно з метою самовисівання травостою. Разом з цим щороку слід проводити культурно-технічне вирубування чагарників, розрівнювання купин, збирання валунів, каміння тощо та агротехнічні заходи, зокрема удобрення. Численні дослідження Передкарпатської сільськогосподарської дослідної станції показали, що різке підвищення врожайності лук і поліпшення якості травостою на схилах можна досягти внесенням повного мінерального добрива з перевагою азотних і фосфорних, на сухих заплавах – азотних і калійних, а на заболочених – калійних і фосфорних.

Отже, основними в боротьбі з ерозією ґрунту на гірських природних угіддях є фітомеліоративні заходи, зокрема зміцнення травостою, підвищення його продуктивності і якості за рахунок раціонального використання та удобрення.

На орних гірських землях основними протиерозійними заходами є раціональне використання земель, припинення ерозії і підвищення родючості ґрунтів.

Система обробітку ґрунту на еродованих землях, крім тих заходів, які передбачалися для незмитих ґрунтів, включає і ряд спеціальних

заходів, спрямованих на зменшення стоку опадів створенням різних перепон або доведенням верхнього шару до такого стану, який сприятиме швидкому вбиранню опадів у більш глибокі шари ґрунту. Протирозійний обробіток ґрунту на схилах дає змогу створити на полях водозатримуючий мікрорельєф, збільшити водопроникність стоку, надати поверхні орного шару ґрунту більш стійкого проти ерозії рельєфу, розподілити концентрований поверхневий стік, а при потребі відвести його в ерозійно безпечні місця.

Система зяблевого обробітку на гірських та передгірських схилах вимагає лушення стерні, дискування пласта багаторічних трав, оранки на зяб. Раннє лушення стерні і рання зяблева оранка на схилах мають набагато більше значення, ніж на рівних землях, оскільки не лише сприяють знищенню бур'янів і шкідників, а й підвищують швидкість проникнення опадів у ґрунт, зменшують стік води вниз по схилу і сприяють нагромадженню вологи у ґрунті.

На змитих землях, де орний шар ґрунту становить 12-15 см, а також на щойно розкорчованих ділянках орати з передплужниками не можна, тому попереднє лушення значно поліпшує якість оранки, зменшує забур'яненість поля.

На гірських схилах застосовують вузькозагінну систему оранки впоперек схилу із шириною загонів 20-30 м, що відповідає смуговим посівам і запобігає поверхневому змиву ґрунту. Орати на схилах слід оборотними плугами, а якщо їх немає – звичайними при роботі на один бік, щоб скиби відверталися вниз за схилом. На схилах крутизною понад 8-10° доцільно застосовувати спеціальний трактор ДТ-75К, обладнаний двома плугами, який оре ґрунт з відвалюванням скиби лише вниз за схилом.

У зв'язку з перезволоженням ґрунтів на схилах ґрунт слід обробляти під кутом до напрямку горизонталей місцевості.

На ділянках змитих ґрунтів із неглибоким гумусовим горизонтом, важких за гранулометричним складом, орний шар слід поглиблювати спочатку за допомогою ґрунтопоглиблювачів без вивертання на поверхню глибших шарів.

Оранка впоперек схилу чи під кутом до горизонталей, а також ґрунтопоглиблення деякою мірою сприяють зменшенню ерозійних процесів, однак повністю припинити їх розвиток вони не можуть, а на більш крутих схилах, де спостерігається вже помітний стік води, зо-

раний шар ґрунту може зазнавати значного змиву. Для запобігання змиванню ґрунту на схилах необхідно на зораних на зяб ділянках провести додаткові протиерозійні заходи: борознування, лункування, валкування, перехресний обробіток зябу, щілювання.

Борознування ріллі проводять впоперек схилу однокорпусним плугом або плугом, у якому знято одну полицю. Для цього на відстані 5-10 м роблять ряд борозен глибиною 25-30 см. Борозни затримують сніг, зменшують стік талих вод і змивання ґрунту. Для запобігання стоку води по борозні у напрямі знижень у ній насипають перемички, які обов'язково розміщують у шахматному порядку.

Валкування зябу проводять плугом, на одному з корпусів якого прикріплюють полицю КВ-1, яку випускає промисловість. Такі полиці можна виготовити в кожному господарстві, склепавши чи зваривши дві звичайні полиці. При проходженні плуга впоперек схилу подовжена полиця утворює на ріллі валики 15-20 см заввишки, які затримують стокові води, сприяють проникненню їх у ґрунт. Валики утворюють через 1,4-2 м впоперек схилу. Боронування, культивування і коткування ґрунту по валкованій площі не допускаються. Навесні під час раннього боронування, дискування і культивування валики розрівнюються.

Щілювання ґрунту на схилах є ефективним заходом захисту його від ерозії. Його проводять за допомогою розпушувачів-щілинорізів ГН-60; РН-80; ПУН-1,7; ПРВН-53; АШ-2-240; ГР-2,7 залежно від марки розпушувача через 3-15 м і більше впоперек схилу на глибину 30-80 см. ґрунт у міжряддях просапних культур щілюють одночасно з культивуванням кукурудзи, картоплі на глибину 18-20 см за допомогою долотоподібного розпушувача.

Перехресний обробіток зябу. Під час оранки спочатку вздовж, тобто впоперек горизонталей, однокорпусним плугом прокладають глибокі борозни (до 25-30 см) на відстані до 10 м одна від одної. Після цього вздовж схилу цим самим плугом роблять борозни впоперек схилу (близько до горизонталей) на відстані до 5 м одна від одної. Після цього на схилі утворюються виорані прямокутники розміром 5×10 м. Змивові ґрунту на складних схилах запобігають такі протиерозійні заходи, як лункування, переривчасте борознування тощо.

Лункування проводять або одночасно з оранкою агрегатом з плугом і однією секцією дискового лушительника ЛОД-10, або після оранки пізно восени всіма секціями ЛОД-10 під оптимальним кутом атаки 35°.

Переривчасте борознування зябу проводять звичайним тракторним плугом за допомогою спеціального пристрою ПРНТ-70000. Можна проводити його і після оранки пізно восени за допомогою пристрою ПЛБ-0,6, який прикріплюється до культиватора. На відміну від лункування, переривчасте борознування застосовують на схилах крутизною 10-12°. Лункування чи переривчасте борознування доцільно проводити контурно, наближаючись до напрямку горизонталей.

Слід зауважити, що лункування чи переривчасте борознування можна застосовувати лише тоді, коли під час оранки ґрунт добре кришиться і поверхня його гладенька, інакше ці прийоми будуть зайвими, оскільки вже сама брилиста поверхня має велике протиерозійне значення.

Великі можливості у ґрунтозахисному землеробстві відкриваються при застосуванні безпліцевого обробітку, коли стерня та інші рослинні рештки залишаються на поверхні поля. При систематичному його застосуванні на поверхні ґрунту утворюється своєрідний екран з рослинних решток, який приймає на себе кінетичну енергію опадів і захищає ґрунтові агрегати від руйнування та наступного змивання поверхневим стоком. Крім того, наприклад, стерня, що залишається на полі після безпліцевого обробітку, сприяє додатковому нагромадженню снігу, що зменшує промерзання ґрунту. Навесні такий ґрунт швидше розмерзається, в результаті чого підвищується його водопроникність.

Найінтенсивніше ерозійні процеси розвиваються на посівах просапних культур, особливо якщо культури висівали або висаджували вздовж схилу. Тому висівати і висаджувати просапні культури треба впоперек схилу, щоб в 3-4 рази зменшити змивання ґрунту.

Особливо ефективним засобом боротьби з ерозією є розміщення просапних культур по чергово із ґрунтозахисними смугами впоперек схилів. Ґрунтозахисними смугами можуть бути багаторічні трави, озимі або ярі культури суцільного способу сівби.

При вирощуванні кукурудзи важливим протиерозійним заходом є підгортання рядків, яке застосовують на простих односхилих територіях тоді, коли сівбу проведено впоперек них. Підгортають рядки переобладнаними культиваторами КРН-4,2 та підгортачами. За даними О.А.Чернявського (1986), в результаті підгортання рядків земляні валки (10-12 см) не тільки захищають ґрунт від ерозії, зменшують за-

бур'яненість поля пізніми ярими бур'янами (куряче просо, мишій сизий), а й на 3-4 ц/га збільшують врожайність зерна кукурудзи.

У зоні Передкарпаття і Закарпаття широко застосовують такий агротехнічний прийом, як гребневий спосіб садіння картоплі уздовж односхилих ділянок з весняним формуванням гребенів та нарощуванням їх у весняно-літній період. За даними наукових установ (Чернявський О.А., 1986), на посівах озимої пшениці і багаторічних трав проводять щілювання впоперек схилу РН-60 або РН-85Б на глибину 55-60 см по мерзлому ґрунту. Відстань між щілинами на схилах крутизною 2-3° становить 8-10 м, а на схилах 3-5° – 6-8 м. На схилах 2-7° щілювання ґрунту на посівах багаторічних трав впоперек схилу через 6-8 м на глибину 55-60 см зменшує поверхневий стік у середньому наполовину. На посівах озимої пшениці цей агро меліоративний захід зменшував стік талих і дощових вод за 4 роки в середньому на 12-18%, змивання ґрунту – на 27-65 %.

Передпосівний обробіток та догляд за посівами в умовах гірської та передгірної зон включають такі операції: ранньовесняне закриття вологи, культивація чи дискування на глибину загортання насіння безпосередньо перед сівбою зернових. Усі роботи проводять під кутом до горизонталей, а на пологих схилах – і по діагоналі.

Краще висівати колосові культури впоперек схилу. Кращий спосіб боротьби з ерозією на посівах просапних культур – це вирощування їх смугами впоперек схилу. У ґрунтозахисних смугах можуть бути розміщені багаторічні трави, озимі чи ярі культури суцільного способу сівби.

Запровадження раціональної системи обробітку ґрунту в передгірних та гірських умовах сприяє значному зменшенню ерозії ґрунтів, підвищенню їх родючості, а також урожаїв сільськогосподарських культур.

2.2.5. Сівба сільськогосподарських культур

Урожайність сільськогосподарських культур значною мірою залежить від правильного проведення сівби. Сівба – це рівномірне розміщення насіння в попередньо розпушений із вирівняною поверхнею ґрунт і на визначену глибину. Насіння необхідно висівати в оптимальні строки, додержуючись норм висіву, правильно і рівномірно розміщуючи його на площі поля, загортаючи на необхідну для даної культури глибину у вологий шар ґрунту з оптимальною будовою.

Однією з найважливіших умов агротехніки вирощування кожної сільськогосподарської культури є правильне розміщення рослин на площі поля. Чим меншою є необхідна (оптимальна) площа живлення кожної рослини, тим більше рослин можна розмістити на одній і тій же площі. Площа живлення – це середня площа поверхні, яка припадає на одну рослину. При оптимальній площі живлення рослин формуються найсприятливіші співвідношення між асимілюючою поверхнею листків рослин та інтенсивністю фотосинтетичних процесів. Густота посівів визначається господарською метою вирощування сільськогосподарських культур, їх забезпеченістю окремими факторами життя. Наприклад, кукурудзу вирощують на зерно і на силос, льон – на волокно і насіння. Густота посівів визначається також ґрунтозахисною роллю рослин, їх здатністю при певній кількості на одиниці площі запобігати поверхневому стоку і змиванню ґрунту.

Строки сівби й садіння мають вирішальне значення для забезпечення дружніх сходів рослин і гарантованого високого врожаю. Дружні і повні сходи більше протидіють шкідливим організмам, краще забезпечені вологою, сприяють утворенню більш розвиненого рослинного покриву, який захищає ґрунт у зонах, що зазнають значного впливу вітрової і водної ерозії.

Строки сівби й садіння залежать від температури і вологості ґрунту, які є основним діагностичним показником початку сівби. Важливо знати мінімальні температури ґрунту для проростання насіння і появи сходів, щоб не запізнитися із сівбою і не починати її надто рано.

За строками сівби та садіння ярі культури поділяють на ранні й пізні. У *ранні строки* висівають овес, льон, горох, вику, турнепс, брукву, капусту, буряки та ін. До культур *пізніх строків сівби* відносять кукурудзу, картоплю, бавовник, гречку просо, рис соняшник та ін. При визначенні строків сівби ярих культур слід враховувати період настання фізичної спілості ґрунту. Недостатнє прогрівання ґрунту може призвести до загибелі насіння або до запізнілих і зріджених сходів.

Озимі культури в кожній зоні висівають у такі строки, щоб до закінчення їх вегетації восени сходи зміцніли і в тканинах рослин нагромадилась достатня для перезимівлі кількість поживних речовин. Для цього потрібно від 55 до 70 днів із сумою середньодобових температур вище 5°C-540-580°C. При надто ранніх строках сівби росли-

ни можуть переростати, а такі посіви озимини мають меншу зимостійкість і більше уражуються шкідниками та хворобами.

Післяукісні і післяжнивні культури висівають відразу після збирання попередника. Запізнення з їх сівбою зменшує період вегетації і продуктивність рослин.

Вибираючи спосіб сівби, враховують необхідність забезпечення кожної рослини сприятливими умовами життя і площею живлення. Насіння на площі слід розміщувати рівномірно, щоб площа живлення за формою була близька до квадрата.

Усі способи сівби можна поділити на дві групи – розкидні й рядкові. Суть *розкидного способу сівби* полягає в тому, що насіння на поверхні ґрунту розподіляється більш-менш рівномірно розкиданням, а загортають його у ґрунт спеціальними знаряддями. Основними недоліками цього способу є нерівномірність розподілу насіння по площі, неоднакова глибина його загортання, збільшення норм висіву через втрати насінного матеріалу внаслідок неповного його загортання, необхідність виконання окремого обробітку для загортання насіння.

Основним способом сівби сільськогосподарських культур у зв'язку з його більшою досконалістю є *рядковий*, при якому сіють і загортають насіння одночасно. Переваги цього способу над розкидним полягають у тому, що насіння потрапляє в однакові умови, а це забезпечує дружнє його проростання і рівномірність сходів; норма висіву насіння, порівняно з розкидним способом, знижується на 15-20 %; сходи з'являються раніше і тим самим краще протидіють розвитку ерозійних процесів; одночасні розвиток і дозрівання рослин сприяють зниженню втрат урожаю під час збирання.

На практиці розрізняють кілька видів рядкового способу сівби: звичайний рядковий, перехресний, вузькорядний, широкорядний, стрічковий, пунктирний, гніздовий, квадратно-гніздовий, борозенний, гребеневий.

Звичайний рядковий спосіб. Ширина міжрядь – від 10 до 25 см (частіше – 15). Таким способом висівають зернові колосові, горох, одна та багаторічні трави та інші культури. Цей спосіб простий у виконанні, проте площа живлення рослин має форму дуже витягнутого прямокутника.

Вузькорядний спосіб – це рядкова сівба з міжряддями не більше 10 см (частіше – 7,5 см). Насіння при цьому розміщується по всій площі

більш рівномірно, ніж при звичайній рядковій сівбі. У результаті зменшується забур'яненість посівів, рослини рівномірніше освітлюються і забезпечуються водою та поживними речовинами. Урожай підвищується на 15-20 %. Крім зернових, вузькорядним способом висівають льон, трави, зернобобові та інші культури.

Перехресний спосіб сівби полягає в тому, що виконується звичайна рядкова сівба у двох напрямках, які перехреснюються. Одну половину норми насіння висівають в одному напрямі, а іншу – перпендикулярно до першого. За рахунок його використання врожайність зростає на 10-15 %, однак подвійний прохід посівного агрегату вимагає більше затрат, затягуються строки сівби, а в дощовий період можливий розрив у часі між поздовжньою і поперечною сівбою, що зумовлює нерівномірність сходів і дозрівання рослин.

Недоліки перехресного способу сівби усуваються *перехресно-діагональним* способом. При цьому насіння рівномірно розподіляється по площі, скорочуються майже втричі холості переїзди, площа розворотної смуги зменшується в 6 разів, економія палива становить 15 %, а продуктивність посівних агрегатів збільшується на 15-20 %.

Широкорядний спосіб сівби застосовують переважно для вирощування культур, які вимагають більшої площі живлення, повільно відрастають після сівби і швидше засмічуються бур'янами (цукрові буряки, кукурудза, соняшник, картопля, ріцина, овочі, а також просо, гречка, насінники багаторічних трав тощо). Широкі міжряддя в період вегетації розпушують для поліпшення водно-повітряного, теплового й поживного режимів ґрунту і знищення бур'янів, поєднуючи це часто з підживленням рослин.

Стрічковий спосіб є різновидом ширококорядного. Він відрізняється від нього тим, що певну кількість рядків (2-3) зближують на відстань 7,5-15 см один від одного, а міжряддя між стрічками залишають широкими (від 45 до 60 см) для механізованого обробітку. Стрічкові посіви частіше практикують в овочівництві, при вирощуванні проса і гречки.

Пунктирний спосіб є також різновидом ширококорядного. Він полягає в тому, що насіння висівають у рядку не суцільно, а розподіляють у ньому на точно заданій відстані, що усуває потребу проведення додаткових робіт для формування густоти й рівномірності розміщення рослин.

За останні роки цей спосіб стали широко використовувати при вирощуванні кукурудзи, цукрових буряків і соняшнику. Застосування сівалок точного висіву і селекція одноросткових сортів цукрових буряків дають змогу раціональніше витратити насіння.

Сівбу смугами застосовують при вирощуванні овочевих – моркви, столових буряків тощо, а іноді й зернових культур. Вона полягає в тому, що насіння за допомогою спеціальної сівалки висівають досить широкою смугою – не менше 10 см. На відміну від стрічкового способу сівби, насіння у смузі розміщується без формування рядків. Цей спосіб не набув широкого застосування через нестачу сівалок.

Гніздовий спосіб також є різновидом ширококорядного. Його застосовують для вирощування просапних культур. Насіння висівають не суцільними рядками, а гніздами по кілька штук. На таких посівах краще проводити боротьбу з бур'янами, застосовуючи механізований обробіток міжрядь.

Квадратно-гніздовий спосіб відрізняється від гніздового тим, що гнізда розміщують по кутах квадрата вздовж і впоперек поля. Це дає змогу проводити механізований обробіток міжрядь у двох напрямках, що набагато зменшує затрати праці, а при застосуванні гербіцидів потреба в ручній праці відпадає зовсім. Водночас, завдяки повній механізації догляду за посівами, скорочуються строки проведення робіт, зменшується забур'яненість полів, що створює оптимальні умови для росту й розвитку рослин.

Квадратний спосіб відрізняється від квадратно-гніздового тим, що на кутах квадрата висівають по одній насініні або висаджують по одній рослині розсади. Цей спосіб дає змогу майже повністю обійтись без ручної праці під час догляду за посівами (прополювання в міжряддях) завдяки застосуванню машин і знарядь.

Борозенний спосіб сівби полягає у висіванні насіння на дно спеціально створеної борозенки. Його використовують у посушливих районах, щоб можна було загорнути насіння у більш вологий ґрунт. Борозенки, які залишаються після сівби, сприяють нагромадженню снігу, що поліпшує перезимівлю озимих культур, особливо озимої пшениці. Глибше загортання насіння ярих культур у вологіший шар ґрунту борозенок сприяє кращому проростанню насіння і захищає сходи від видування під час пилових бур. Разом з тим нерівності поля, утворені при сівбі борозенним способом, збільшують поверхню

взаємодії ґрунту з атмосферним повітрям, що певною мірою сприяє втратам ґрунтової вологи внаслідок випаровування.

Гребневий спосіб сівби та садіння застосовують у північних і західних районах України з достатнім і надмірним зволоженням. Рослини розміщують у рядках на вершинах спеціально створених гребенів. Так сіють переважно овочеві культури, висаджують картоплю. Поверхня рядків на гребенях краще прогрівається, менше ущільнюється під впливом дощів, дає змогу розпушувати ґрунт у міжряддях тракторним культиватором, не ущільнюючи його в зоні розміщення бульб. У районах нестійкого зволоження картоплю вирощують *напівгребневим* способом. При гребневому садінні глибина садіння бульб відносно рівня поверхні ґрунту має становити 4-5 см, загальна (за рахунок гребенів) – 16-18, а при напівгребневому – відповідно 7-8 і 12-14 см.

У науково-дослідних установах розробляється новий, так званий *безрядковий* спосіб сівби, який забезпечує всі рослини однаковою за формою і розміром площею живлення і цим створює найкращі умови для їх росту. Для цього сконструйовані спеціальні сівалки, які можуть на певній глибині рівномірно розподіляти насіння без рядків і загортати його у вологий шар ґрунту.

Насіння сільськогосподарських культур висівають на глибину, яка забезпечує надходження тепла, води і повітря до нього. Так, при мілкому загортанні погіршуються умови перезимівлі, оскільки вузол куцїння закладається ближче до поверхні ґрунту. При надмірно глибокій сівбі погіршується надходження повітря до насіння, ґрунт менше прогрівається, збільшуються витрати поживних речовин для виходу проростків на поверхню ґрунту.

Глибина загортання насіння залежить від біологічних особливостей рослин, розміру насіння, строків сівби, ґрунтово-кліматичних умов. Велике насіння загортають глибше, а насіння культур, сім'ядолі яких виносяться на поверхню, – мілкіше. Наприклад, насіння люпину (сім'ядолі виносяться на поверхню) загортають на глибину 3-4 см, а гороху, яке за розмірами майже таке ж, як і в люпину, – на 6-7 см (сім'ядолі гороху залишаються у ґрунті).

При запізненні із сівбою ярих культур насіння загортають глибше, оскільки верхні шари ґрунту можуть бути пересушеними, а озимих – мілкіше, у більш прогрітий шар. Глибше загортають насіння в посушливих умовах і на легких ґрунтах.

Слід підкреслити, що велике значення має рівномірність глибини загортання насіння на всьому полі, оскільки від цього залежить дружність сходів та рівномірність розвитку рослин.

Для зниження небезпеки розвитку ерозійних процесів на схилах важливе значення має напрям сівби сільськогосподарських культур. Досить ефективним протиерозійним заходом улїтку при зливах є сівба впоперек схилу. Розташовані перпендикулярно або по діагоналі до схилу рядки рослин – добрий бар'єр для розпилування стоку: вони збільшують час проходження водяного потоку по схилу, завдяки чому вода краще вбирається ґрунтом і використовується культурами. Щоб уникнути просівів, зернові колосові на схилах слід починати сіяти з нижньої частини, кукурудзу і соняшник – з верхньої. При цьому збільшуються стикові міжряддя і полегшується міжрядний обробіток.

При вирощуванні культур на схилах із змитими ґрунтами велику увагу звертають на визначення оптимальної норми висіву насіння. Іноді на схилах із змитими ґрунтами знижують норму висіву: це призводить до зменшення врожаю і ґрунтозахисної ролі рослинності. Із зменшенням густоти рослинного покриву зростає небезпека руйнування ґрунтових агрегатів краплями дощу. Ця загроза особливо посилюється тим, що на змитих ґрунтах різко зменшується куцїстість і площа листової поверхні рослин. Тому для посилення ґрунтозахисної ролі рослинного покриву на схилах норми висіву треба збільшувати. Чим рівномірніше розподіляються рослини на площі, чим повніше вони прикривають поверхню ґрунту, тим менше створюється умов для ерозії. Звичайно, збільшувати норми висіву культур на схилах можна лише до оптимальної межі, за якої буде отримано максимальний урожай.

Оптимальні норми висіву насіння на еродованих ґрунтах вивчені недостатньо. В агрономічній літературі пропонуються різні варіанти його вирішення. Наприклад, В.А.Антропов і А.П.Лукс (1954) рекомендують з погіршенням ґрунтових умов знижувати, а С.М.Бугай (1963) – збільшувати норму висіву на бідніших ґрунтах.

Більшість дослідників вважає, що, оскільки із збільшенням ступеня еродованості ґрунтів зменшується висота рослин, куцїстість, листової поверхня і в кінцевому підсумку – врожай, норму висіву насіння слід збільшувати. Чим більше еродований ґрунт, тим густіше треба висівати культури.

Деякі дослідження в цьому напрямі проводилися в Молдові (Заславський Н.М., 1966). У 1962-1963 рр. в колгоспах "Бируинца" Страшенського району і ім.Суворова Сороцького району проводилися дослідження з визначення оптимальних норм висіву зернобобових на еродованих ґрунтах. Майже у всіх випадках збільшення норм висіву зернобобових підвищувало їх урожайність. Слід зазначити, що із збільшенням густоти посіву витрата вологи на одержання такої самої кількості зеленої маси значно зменшується (ця закономірність спостерігалася при сівбі чини як на нееродованому, так і на середньоеродованому чорноземі). При збільшенні посівної норми у ґрунті нагромаджувалося більше коренів.

Г.М.Атасунц (1971) виявив залежність зниження врожаю озимої пшениці і ярого ячменю у Вірменії на ґрунтах різного ступеня змитості від висоти рослин, зеленої маси і площі листкової поверхні (табл. 36).

Таблиця 36 – Висота рослин, зелена маса, площа листкової поверхні, врожай озимої пшениці і ярого ячменю на ґрунтах різного ступеня змитості

Ступінь змитості ґрунту	Озима пшениця				Ярий ячмінь			
	висота рослин, см	зелена маса, кг з 1 м ²	листова поверхня, кв. м на 1 м ² площі	врожайність зерна, т/га	висота рослин, см	зелена маса, кг з 1 м ²	листова поверхня, кв. м на 1 м ² площі	врожайність зерна, т/га
Незмитий	109	4,5	5,8	2,35	63	3,5	5,4	2,63
Слабкозмитий	102	3,9	5,3	1,35	56	2,8	5,2	2,16
Середньозмитий	73	3,2	4,4	1,16	45	1,5	3,1	1,57
Сильнозмитий	53	2,5	3,0	0,32	36	1,1	2,0	0,56

Як видно з таблиці 36, із зменшенням площі листкової поверхні знижуються врожай пшениці і ячменю (було виявлено також значне зниження ґрунтозахисної ролі цих культур).

За даними досліджень Г.І. Бахірева (1974), у Білорусії на сильнозмитих дерново-підзолистих ґрунтах кількість продуктивних стебел пшениці в середньому зменшувалася на 35 %, площа листкової поверхні – на 67, проективне покриття – на 50 %, порівняно з пшеницею, вирощуваною на незмитих ґрунтах. Отже, питання щодо встановлення оптимальних норм висіву культур на змитих ґрунтах є досить важливим. Йдеться саме про оптимальні, а не надмірно збільшені норми

висіву, оскільки на загущених посівах в умовах нестачі вологи врожайність різко знижується.

Однією з важливих причин зниження врожаю культур на змитих ґрунтах (при зріджених посівах) є неповне використання сонячної енергії, оскільки листкова поверхня рослин у цьому випадку значно менша, ніж на незмитих ґрунтах, і процес фотосинтезу в рослинах відповідно відстає.

Отже, необхідно, щоб листкова поверхня рослин на полі із змитими ґрунтами була приблизно такою, як у рослин, які вирощують на такій же площі незмитих ґрунтів, – 30000-40000 м²/га. Із збільшенням змитості ґрунтів зменшується листкова поверхня рослин, тому для забезпечення оптимальних умов для фотосинтезу потрібно збільшити норму висіву насіння. М.М.Заславський (1972) пропонує встановлювати норму висіву насіння на змитих ґрунтах за формулою:

$$N=N_1+\frac{K \cdot N_1}{100},$$

де N – норма висіву насіння на ґрунтах даного ступеня змитості, кг/га; N₁ – норма висіву, прийнята для незмитих ґрунтів, кг/га; K – зменшення сумарної листкової поверхні культур на ґрунтах даного ступеня змитості, %.

Наприклад, при нормі висіву пшениці на незмитих ґрунтах 200 кг/га і зниженні сумарної її листкової поверхні на слабкозмитих ґрунтах на 10 %, на середньозмитих – на 20 % і на сильнозмитих – на 50 % норма висіву насіння на слабкозмитих ґрунтах становитиме 220 кг/га, на середньозмитих – 240 і на сильнозмитих – 300 кг/га.

Ступінь змитості ґрунту визначається за середньозваженою змитістю ґрунтового покриву робочої ділянки або всього поля.

Для експериментальної перевірки формули М.М.Заславського Г.І.Бахірев (1974) провів польові дослідження, якими була визначена норма висіву озимого жита Харківське-60 методом С.С.Савицького для незмитих ґрунтів, а пізніше за наведеною вище формулою – і норми висіву для ґрунтів з різним ступенем змитості. Згідно з розрахунками, норма висіву для слабкозмитих ґрунтів становить 6,2-7,5 млн насінин на 1 га, для середньозмитих – 7,2-8 і для сильнозмитих – 8-8,7 млн насінин на гектар. Дослідження проводилися в 1972-1973 рр. у радгоспі "Леніно" Городоцького району Могилівської області на дерново-підзолистих ґрунтах різного ступеня змитості. Застосовували такі норми висіву: 5; 6; 7; 7,5; 8 і 9 млн зерен на 1 га. Найбільший врожай

отримали у варіанті з незмитим ґрунтом при нормі висіву 7 млн зерен на 1 га, слабкозмитим – 7,5, середньо- і сильнозмитим – 8 млн зерен на 1 га. Проведені досліді показали, що норми висіву, які дали найвищі врожаї на слабо- і середньозмитих ґрунтах, найбільше наближаються до теоретичних, визначених з урахуванням закономірності зменшення площі листової поверхні і запасів гумусу в 0-30-сантиметровому шарі ґрунту. Г.І. Бахірев вважає, що для сильнозмитих ґрунтів орієнтиром для встановлення норм висіву може бути також зменшення продуктивного стеблостою і проективного покриття ґрунту рослинністю.

Досліді Г.І. Бахірева показали збільшення проективного покриття ґрунту і кореневої маси із зростанням норми висіву. Так, при нормі 6 млн зерен на 1 га суха маса коренів в одному моноліті розміром 20×15×20 см на сильнозмитому ґрунті становила 5,6 г, а при нормі 9 млн – 7,7 г. Найменший змив від сніготанення спостерігався при нормах висіву 8 і 9 млн зерен на 1 га. Тому автор вважає, що в умовах Могилівської області Білорусії для підвищення врожаю і зменшення ерозії треба із збільшенням змитості ґрунту підвищувати норму висіву насіння.

Отже, дослідженнями в різних ґрунтово-кліматичних зонах на ґрунтах з різним ступенем змитості виявлена чітка залежність між врожаєм культур та нормою їх висіву. На змитих ґрунтах її треба збільшувати залежно від ступеня змитості ґрунту, біологічних особливостей вирощуваних культур та конкретних ґрунтово-кліматичних умов зони.

2.2.6. Система удобрення

Система удобрення, будучи невід'ємною складовою частиною системи землеробства, на еродованих землях має певні особливості, які зумовлені, з одного боку, природними факторами, а з іншого – господарськими, і насамперед – невисокою їх родючістю та ґрунтозахисною спрямованістю технології вирощування сільськогосподарських культур. У зв'язку з цим розширюється коло питань, які вирішуються системою удобрення, що повинна забезпечувати не тільки підвищення врожайності сільськогосподарських культур і поліпшення якості продукції, а й окультурення ґрунтів, підвищення їх протиерозійної стійкості, посилення ґрунтозахисних функцій посівів, охорону повер-

хневого стоку від забруднення біогенними речовинами і патогенними мікроорганізмами.

Важливим заходом підвищення протиерозійної стійкості еродованих ґрунтів і продуктивності рослин у системі ґрунтозахисного землеробства є раціональне застосування органічних і мінеральних добрив з урахуванням зональних і ґрунтово-кліматичних умов. Розглянемо ефективність різних норм, співвідношень, способів і строків їх внесення залежно від ступеня еродованості ґрунтів, кліматичних умов, біологічних особливостей окремих культур.

Наявний досить широкий експериментальний матеріал про застосування добрив на еродованих ґрунтах розкриває деякі загальні особливості і закономірності їх дії на врожай рослин. Відомо, що на схилах існує постійна небезпека втрати елементів живлення, у тому числі внесених з добривами, внаслідок їх змиву. Найбільше ґрунт втрачає азоту у вигляді гумусу, нітратів, аміаку та інших сполук. Тому найчастіше на еродованих схилах рослини у першу чергу відчувають нестачу азоту, потім – фосфору і калію.

На еродованих ґрунтах з низькою природною родючістю в усіх кліматичних зонах вирішальну роль у забезпеченні високого врожаю сільськогосподарських культур відіграють добрива. Їх ефективність зростає в міру змитості ґрунту і виявляється при внесенні як окремо, так і у складі повного мінерального добрива.

Ефективність фосфорних добрив нижча, ніж азотних, і визначається переважно вмістом у ґрунті рухомих фосфатів. Вона зростає при внесенні фосфору разом з азотними або азотно-калійними туками. У зв'язку з гострим дефіцитом азоту в середньо- і сильноеродованих ґрунтах, що є лімітуючим фактором врожаю, застосування лише фосфорних добрив або в поєднанні їх із калійними добривами недоцільне, крім рядкового удобрення культур на ґрунтах з низькою або дуже низькою забезпеченістю фосфором.

Дія калійних добрив на змитих ґрунтах є слабкою. Проте, вилучення калію із складу повного добрива призводить до зниження приросту врожаю і погіршення якості продукції, особливо при застосуванні підвищених доз під технічні культури.

Найбільший ефект на всіх типах змитих ґрунтів забезпечує внесення повного мінерального добрива. При цьому слід враховувати, що приріст врожаю сільськогосподарських культур від однакової кі-

лькості добрив та їх окупність на близьких за родючістю еродованих ґрунтах на 15-20 % вищі, ніж на повнопрофільних. Так, окупність 1 кг NPK при внесенні під озиму пшеницю на середньоеродованих ґрунтах становить 7,4 кг зернових одиниць, на повнопрофільних – 5,5; під кукурудзу на силос – відповідно 4,2 і 2,4, під соняшник – 3,4 і 1,6 кг (Горбачова О.Ю., 1986).

Ефективність добрив значно зростає на фоні проведення агротехнічних заходів, які сприяють не тільки зменшенню змиву ґрунту, а й додатковому нагромадженню вологи у ньому за рахунок зменшення поверхневого стоку води. Добрива, у свою чергу, підвищують ефективність протиерозійних прийомів обробітку ґрунту. Це пояснюється насамперед ефектом взаємодії двох факторів – вологи й поживних речовин, що перебувають у мінімумі на еродованих землях.

Численними дослідженнями доведено, що ефективність добрив або окупність їх урожаєм істотно залежить від способу заробки у ґрунт. Багато вчених дійшли висновку, що основне добриво слід вносити під зяблеву оранку. При цьому більшість добрив розміщується в нижній половині орного шару, краще зволоженому протягом вегетаційного періоду.

Проте, останнім часом з'явилося багато даних, які свідчать, що при безплужних способах обробітку ґрунту, які супроводжують заробку добрив у верхні його шари, ефективність їх однакова або дещо вища, ніж при внесенні під оранку (Горбачева А.Е., 1982; Круть В.М., 1985; Медведєв В.В., 1983). Це пояснюється кращою позиційною доступністю добрив і вологозберігаючим ефектом рослинних решток, які нагромаджуються при такому обробітку на поверхні ґрунту. Проте, на схилових землях заробка добрив за такою технологією у верхні шари ґрунту може призвести до зростання ризику втрат поживних елементів через ерозію. Тому для підвищення ефективності удобрення ґрунту при ґрунтозахисних технологіях вирощування культур, зниження втрат поживних елементів внаслідок змивання необхідне подальше вдосконалення техніки їх внесення. Перспективною щодо цього є локалізація внесення добрив, яка може бути реалізована, наприклад, при плоскорізному обробітку ґрунту шляхом внесення їх екраном на необхідну глибину за допомогою плоскорізів-підживлювачів.

У всіх існуючих рекомендаціях щодо застосування добрив на схилових землях пропонується збільшувати норми внесення органічних і

мінеральних добрив на 40, 50 і навіть на 100 %, порівняно з повнопрофільними ґрунтами, які відводяться під інтенсивні зернопросапні, зернопаропросапні і просапні сівозміни.

Численні дослідження, що стосуються ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землеробства, показують, що такий підхід до розгляду цього питання не забезпечує екологічної рівноваги в агроландшафтах.

Максимальної продуктивності рослинництва, у тому числі за рахунок внесення високих норм добрив, можна досягти на землях першої ЕТГ, тобто на рівнинних землях і схилах крутизною до 3°. У другій і третій групах земель підвищення продуктивності рослинництва в зернотрав'яних, плодозмінних і травопільних сівозмінах слід домагатися за рахунок інтенсифікації біологічних факторів і помірного застосування мінеральних добрив та пестицидів. Тоді істотно зменшується ризик їх змивання і забруднення водних потоків в агроландшафтах. Отже, баланс органічної речовини і значною мірою азоту на схилах регулюється багаторічними бобовими травами, а фосфору, калію і частково азоту – за допомогою мінеральних добрив. У сівозмінах з 50-60 %-ним насиченням багаторічними травами, як правило, формується сприятлива фітосанітарна ситуація, яка не потребує засобів боротьби із хворобами і шкідниками. Щодо бур'янів, то краще пригнічувати і знищувати їх за допомогою агротехнічних заходів, наприклад, суцільної сівби зернових культур.

Аналіз балансу поживних речовин, проведений Г.С. Пироженом в базовому районі впровадження ґрунтозахисної контурно-меліоративної системи землеробства – КМСЗ (Обухівський район Київської області), свідчить, що максимальну кількість поживних речовин слід вносити в інтенсивних зернопросапних сівозмінах – N₁₀₇₋₁₈₀ P₅₀₋₈₂ K₆₀₋₁₂₄ (табл. 37).

Таблиця 37 – Щорічне внесення мінеральних добрив у господарствах Обухівського району при ґрунтозахисній контурно-меліоративній системі землеробства, кг/га

Група земель	N	P	K	Всього	Надходження біологічного азоту
У середньому по районі	106-136	52-62	80-90	240-277	12-28
Перша (0-3°)	107-150	50-82	60-124	217-356	3-16
Друга (3-7°)	53-119	50-78	46-100	146-297	25-55
Третя (> 7°)	59-85	40-66	70-90	165-241	20-68

На землях другої технологічної групи у зернотрав'яних і травопільних сівозмінах запланована продуктивність забезпечувалась внесенням меншої кількості технічного азоту і калію. Проте, значно зросло надходження в ґрунт фіксованого бобовими травами біологічного азоту.

При постійному залуженні земель третьої технологічної групи позитивним або бездефіцитним баланс поживних речовин був при внесенні ще меншої кількості мінеральних добрив: $N_{55-85} P_{40-66} K_{70-90}$. Кількість накопиченого в травопільних сівозмінах біологічного азоту коливалася тут від 20 до 68 кг/га. Враховуючи те, що на сильноеродованих ґрунтах природне збагачення бобових культур бульбочковими бактеріями слабке, необхідно обов'язково обробляти насіння ризоторфіном. У цілому все землеробство на землях цієї групи має бути спрямоване на регулювання біотичних і абіотичних факторів, завдяки чому й досягається саморегуляція родючості ґрунту.

Досвід розробки і впровадження ґрунтозахисної КМСЗ показав, що стабілізація вмісту гумусу в інтенсивних зернопросапних сівозмінах настає при внесенні 14-22 т/га гною в поєднанні з вирощуванням проміжних культур.

На землях другої технологічної групи (схили 3-7°) в зернотрав'яних і травопільних сівозмінах позитивний баланс гумусу забезпечується біологічними особливостями вирощування тут культур (виключення просапних, введення 50-60 % багаторічних трав), а також різким зменшенням змиву ґрунту. Тому при дефіциті органічних добрив у господарствах немає потреби вносити їх у зернотрав'яних і трав'яно-зернових сівозмінах.

На схилах крутизною понад 7°, відведених під постійне залуження, створюється, як правило, близький до бездефіцитного або позитивний баланс гумусу, тому тут не слід вносити органічні добрива.

Досвід розробки і впровадження ґрунтозахисної КМСЗ показав, що проблему досягнення бездефіцитного балансу гумусу необхідно вирішувати за рахунок вдосконалення структури посівних площ, післяжнивних, післяжнивних і ущільнених посівів та раціонального розподілу джерел органіки в системі сівозмін.

Розрахункову дозу мінеральних добрив під ярі культури на схилах у районах недостатнього зволоження в Степу вносять восени під основний обробіток, на Поліссі і в північному Лісостепу – фосфорно-

калійні під зяб, а азотні – переважно навесні під передпосівну культувацію і при підживленні.

Під озимі зернові культури в усіх зонах на схилах, де мобілізація ґрунтового азоту менша на 15-20 кг/га на кожний відсоток зниження вмісту гумусу, для поліпшення розвитку рослин більше половини розрахункової дози азоту вносять восени, а решту – навесні в підживлення. У Степу рослини не підживлюють, якщо ґрунт зволожений на глибину менше 80 см, а запаси продуктивної вологи в півтораметровому шарі не перевищують 100 мм.

Особливо екологічно небезпечним є внесення зайвої кількості азотних добрив. Тоді надлишки їх, нагромаджуючись у сільськогосподарській продукції та воді, яка стікає із схилів, у формі нітратів і вторинних амінів (нітритів) призводять до загнивання овочів і картоплі, гальмують ріст рослин на перших стадіях їх розвитку, а у ссавців, особливо в ранньому віці, викликають не тільки отруєння, а й утворення нітрозамінів, які мають канцерогенні і мутагенні властивості.

Кількість поживних речовин, які вимиваються, залежить від виду сільськогосподарських угідь, обсягів стоку талих і зливових вод, дози добрив, строків і способів їх внесення. Особливо великі втрати добрив спостерігаються при порушенні строків і термінів їх внесення. У дослідях на звичайних чорноземах (Чуян Г.Я., 1985) при внесенні під озимі зернові по 90 кг/га NPK під основний обробіток ґрунту загальний змив поживних речовин становив 5 кг/га, при внесенні восени по мерзлому ґрунту – 25, а восени по неповністю відталому ґрунту – 135 кг/га. Врожай озимої пшениці при підживленні восени по мерзлому ґрунту і навесні по снігу знизився, порівняно із внесенням цієї норми добрив під основний обробіток, відповідно на 13 і 19 ц/га.

В Україні внаслідок змивання щороку в поверхневій воді з удобрених земель потрапляє 3,5-14,5 г/м³ стоків азоту, що становить 10-15 % азотних добрив, внесених у ґрунт, до 25 % фосфору і 2 % калію (Благовещенская З.К., Юркин С.Н., 1979).

В усіх випадках значно більше азоту втрачається з нітратних і менше – з аміачних добрив. Тому при застосуванні перших слід по можливості зменшити інтенсивність нітрифікації і скоротити час перебування добрив у ґрунті без рослин, тобто вносити в кореневе підживлення і безпосередньо перед сівбою. При внесенні твердих амонійних і амідних добрив багато аміаку втрачається при поверхневому вико-

ристанні, із збільшенням рН, дози добрив і зволоження ґрунту. В інтенсивних сівознах найбільшими є втрати азоту від вимивання, ерозії та денітрифікації в чорному парі – 30-50 кг/га від нагромадженого за літо. Істотно зменшити втрати його тут можна безполицевим мульчуючим обробітком, за якого частина азоту, утвореного при нітрифікації, біологічно закріплюється при розкладанні післяукісних і післяжнивних решток.

При внесенні рідких аміачних добрив втрати аміаку знижуються із збільшенням глибини їх загортання та вологості ґрунту. На супіщаних ґрунтах втрати практично не спостерігаються при внесенні аміачної води на глибину 10-12 см, а безводного аміаку – на 16 см. На суглинкових ґрунтах мінімальна глибина внесення аміачної води – 7-8, а безводного аміаку – 12-14 см.

Особливої уваги в ґрунтозахисному землеробстві заслуговує внесення добрив, у складі яких є кальцій. При нестачі його істотно погіршуються властивості ґрунту: збільшується кількість пилюватих частинок, знижується водостійкість структури, ґрунт погано акумулює вологу опадів. Тільки при доброму насиченні кальцієм ґрунт набуває нейтральної або близької до нейтральної, сприятливої для рослин і мікроорганізмів реакції, дрібногрудочкуватої структури, а це забезпечує добру його аерацію, водопроникність, малий опір обробітку. У таких умовах гумус не вилугується (Чуян Г.Я., Ванін Д.Е., 1985).

У системі удобрення важливо правильно підібрати спосіб обробітку ґрунту, який би, поліпшуючи водно-повітряний режим, посилював мікробіологічну діяльність у ґрунті, а за рахунок мінералізації органічних речовин, а також вільноіснуючих азотофіксаторів і бульбочкових бактерій у ньому нагромаджувалося б за літо до 60 кг/га мінерального азоту, із запасів ґрунту вивільнялися б і частково переходили у більш мобільну форму фосфорні та калійні сполуки.

Систематичне внесення високих доз мінеральних добрив при тривалому безполицевому обробітку в сівознах супроводжується нагромадженням фосфору й калію у верхньому (0-10 см) шарі ґрунту й одночасно збіднює на ці елементи більш глибокі шари, що може мати як позитивне, так і негативне значення. З одного боку, добрива, внесені локально, менше іммобілізуються ґрунтом і створюють сприятливі умови для живлення рослин у ранньому віці, з іншого – концентрація поживних речовин у верхньому шарі призводить до поверхне-

вого розміщення кореневої системи й унеможливує використання рослинами вологи та елементів живлення з нижніх шарів. В умовах посухи поживні речовини верхнього шару можуть стати також позиційно і фізіологічно недоступними для рослин. Тому при переході на безполицевий обробіток ґрунту, особливо плоскорізний, за якого практично не відбувається сепарація добрив у нижні шари, потрібно за рахунок їх періодичного загортання чизелем в сівознах доводити вміст поживних речовин в усьому орному шарі до оптимального рівня і в подальшому підтримувати його.

При безполицевому обробітку і наявності в поверхневому шарі ґрунту великої кількості післяжнивних та післяукісних решток азот, який міститься у ґрунті, використовують мікроорганізми, що беруть участь у їх розкладанні, тобто стають конкурентами культурних рослин. Тому тут слід додатково вносити в ґрунт по 5-10 кг діючої речовини азоту на кожен тонну соломи. Це потрібно не тільки для посилення життєздатності мікроорганізмів, а й для збільшення кількості гумусу, оскільки новоутворені безазотисті гумусоподібні продукти гуміфікації досить швидко повністю розкладаються на вуглекислий газ і воду.

При мульчуючому обробітку ґрунту азот навесні краще вносити локально стрічками на глибину 5 см і більше – збоку від насінного ложа, що дасть змогу уникнути безпосереднього контакту добрив із насінням, зменшити доступність азоту для бур'янів і одночасно поліпшити використання поживних речовин культурними рослинами. Внутрішньогрунтове внесення азотних добрив меншою мірою викликає підкислення ґрунту, ніж урозкид, чим і підсилює дію внесених гербіцидів.

Існуюча технологія розкидного внесення мінеральних добрив при ґрунтозахисному обробітку внаслідок недосконаlosti машин (відцентрові розкидачі не забезпечують суворого контролю за встановленою дозою) призводить до неконтрольованого змішування туків з ґрунтом, інтенсивного утворення газоподібних сполук азоту і важкорозчинних – фосфору. При розкидному внесенні більшість добрив розміщується у поверхневому шарі ґрунту, який періодично пересихає і часто інтенсивно змивається або видувається. Через це рослини недостатньо забезпечуються елементами живлення протягом вегетації, що призводить до зниження використання ними елементів живлення і ефективності цього агрозаходу (табл. 38).

Таблиця 38 – Залежність приросту урожайності сільськогосподарських культур від мінеральних добрив залежно від способів їх внесення (Горбачова О.Ю., 1987), ц/га

Спосіб внесення добрив	Культура		
	озима пшениця	ярий ячмінь	кукурудза на силос
Уроzkид			
під плоскоріз	5,7	8,9	90
під дискову борону	4,8	7,7	74
під плуг	4,1	8,7	70
Локально			
на глибину 10-12 см	6,4	9,5	73
на глибину 18-20 см	5,4	6,6	75

Цих недоліків не має локальне (внутрішньогрунтове) внесення добрив, коли добрива вносять смугами на глибину 10-15 см від поверхні ґрунту з відстанню між смугами 15-20 см. Різновидом локального способу є екранне внесення добрив на глибину 10-20 см. При внесенні добрив локальним способом істотно (в 1,4 рази) зростає коефіцієнт використання рослинами елементів живлення, особливо рухомого азоту добрив і азоту ґрунту, що сприяє підвищенню врожайності на 20-30 %, скороченню майже удвічі газоподібних втрат азоту внаслідок зниження мікробіологічної діяльності в зоні туків. При локальному внесенні азотних добрив рослини протягом більш тривалого періоду (35-45 днів) живляться амонійною формою азоту, в результаті знижується в 1,7 рази кількість нітратів у картоплі, овочевих і кормових культурах (Соколов О.А., 1990).

Більшою була віддача добрив на еродованих ґрунтах при безполіцевому обробітку і тоді, коли фосфорно-калійні добрива вносили воєни під зяблевий обробіток, а азотні – локально навесні. Тоді азот менше вимивався за межі ділянок, не мігрував у глибокі шари ґрунту під час зимово-весняного танення снігу.

На жаль, у сучасних виробничих умовах локальний спосіб внесення мінеральних добрив застосовують поки що дуже мало через відсутність ефективної техніки. Використання переобладнаних стерньових сівалок типу СЗС-2,1 та розпушувачів ГУН-4 малоефективне, оскільки ці знаряддя не працюють на оптимальній (8-14 см) для внесення добрив глибині, у них мала місткість бункера, низька максимальна доза внесення добрив.

У процесі досліджень виявлено й деякі негативні наслідки весняного локального внесення добрив на мульчуючих фонах, де ґрунт сильно перезволожений, особливо під культурами раннього строку сівби. Тут у зв'язку з підвищеною вологістю ґрунту і меншим надходженням теплоти в більш глибокі шари часто сповільнюється дозрівання ґрунту. Внесення добрив у цих умовах, особливо з використанням важких машин, призводить до додаткового ущільнення та висушування ґрунту.

При вузькосмуговому чизельному (консервуючому) обробітку і внесенні добрив урозкид під культивуацію внаслідок скочування гранул з гребневих елементів нанорельєфу у виїмки спостерігалось пригнічення рослин. Це пояснюється несприятливою дією підвищеної концентрації елементів живлення в ґрунтовому розчині в окремих осередках.

Для поверхневого внесення добрив на еродованих ґрунтах, які більш карбонатні, ніж повнопрофільні, краще застосовувати рідкі комплексні добрива (РКД), у яких фосфор міститься в орто- і поліформі і менше зв'язується карбонатами, ніж при внесенні твердих добрив, у яких фосфор представлений ортоформами.

Розроблена система удобрення ґрунту повинна сприяти не лише підвищенню врожайності сільськогосподарських культур, а й родючості ґрунту, зокрема, збільшенню її найголовнішого показника – вмісту гумусу. В інтенсивних сівозмінах щороку на мінералізацію гумусу для створення врожаю сільськогосподарських культур його витрачається близько 1 т/га на суглинкових і 1,5 т/га – на легких та супіщаних ґрунтах. Відтворюється його 15-50% за рахунок корневих і післяжнивних решток (табл. 39).

Таблиця 39 – Показники мінералізації гумусу, поповнення його втрат (за рахунок післяжнивних і корневих решток) та коефіцієнта гуміфікації ґною

Показник	Полісся			Лісостеп		
	про-сапні	зернові	багато-річні трави	про-сапні	зернові	багато-річні трави
Мінералізація гумусу, т/га	1,5	1,0	0,5	2,0	0,7	0,8
Поповнення гумусу за рахунок післяжнивних і корневих решток, т/га	0,2	0,4	0,6	0,25	0,5	0,8
Коефіцієнт гуміфікації ґною, % від сухої речовини	20	20	20	30	30	30
Вміст сухої речовини в ґноі, %	22	22	22	22	22	22

Для підтримання бездефіцитного й позитивного балансу гумусу слід користуватися показниками його мінералізації і поповнювати втрати за рахунок післязливних і кореневих решток та внесення органічних добрив. Як видно з таблиці 39, мінералізація гумусу під просапними й зерновими культурами переважає над поповненням його втрат за рахунок стерньових і кореневих решток, тому його слід поповнювати додатковим внесенням органічної речовини у вигляді гною, соломи, зеленої маси рослин – сидератів, використанням фіто-меліоративної дії бобових культур, періодичних посівів багаторічних трав, формуванням більшої біомаси, внесенням мінеральних добрив. Дослідження показують, що для досягнення найвищої продуктивності вирощуваних культур і відтворення гумусу за рахунок гною вносити його доцільно невисокими дозами і частіше, щоб не створювалися умови для надмірного живлення рослин, наступного їх вилягання і зниження врожаю. Для цього в парі на землях першої екологотехнологічної групи з метою зменшення мінералізації органічної речовини широко використовують мульчування і консервуючий обробіток, а в сівозмінах другої ЕТГ земель з насиченням багаторічними травами понад 30 % органічні добрива вносять невеликими дозами під одну культуру.

Механізм і темпи перетворення підстилкового гною, залежно від глибини його загорання у ґрунт, вивчали давно. Доведено, що чим глибше гній зароблений у ґрунт, тим повільніше він мінералізується і тим вищий коефіцієнт його гуміфікації. Найінтенсивніша мінералізація гною спостерігається в перші місяці після внесення, і в цей час, у зв'язку з достатньою аерацією ґрунту, мало залежить від глибини його загорання. В досліді Інституту землеробства УААН (Дегоджок Э.Г., Бацула А.А., 1988) втрати органічного вуглецю в перші три місяці після загорання гною на глибину 0-10 см становили 47,9 % вихідної кількості, на 10-20 і 20-30 см – відповідно 45,1 і 43,6 %, а в наступні 20 місяців – лише 36,3-30,6 %, або були в 1,3-1,8 раза меншими. У досліді І. А. Пабата (1992) найбільшою була продуктивність одиниці посівної площі в середньому по чотирьох культурах (цукрові буряки і кукурудза в прямій дії, овес і озима пшениця – в післядії) при загоранні гною в шари ґрунту 10-20 і 20-30 см. Приріст урожайності у цих варіантах, порівняно з мілким загоранням гною, становив відповідно 10,5-14,9 і 2,1-11,5 %. Незначне зниження загального ефекту

від застосування гною спостерігається при локальному внесенні та рівномірному розподілі гною по всьому орному шарі.

У зоні західного Лісостепу на землях першої ЕТГ в зернопросапній сівозміні найвищою була віддача від внесеного гною при глибокому загоранні. У досліді Львівського ДАУ (Томашівський З.М., Бомба М.Я., Ковальчук Ю.О., 1992) приріст урожаю цукрових буряків при внесенні гною на глибину 15-30 см плугом ПЯ-3-35, порівняно з традиційною оранкою плугом ПЛН-3-35 і оранкою плугом-чизелем ПЧ-2,5 на таку ж глибину, становив відповідно 27-31 і 16-24 ц/га. Найвагомішою була віддача від гною на фоні консервуючого обробітку з усіх протиерозійних способів обробітку ґрунту. До 50 % гною по ходу стовпів чизеля (КЧП-4,3), завдяки їх пружності та напівгвинтовій будові наральника, загоралося на глибину більше 10 см; 35-40 % змішувалося з ґрунтом у шарі 5-10 см і лише 10-15 % залишалося в шарі 0-5 см або на поверхні.

У досліді Інституту зернового господарства УААН в чорному парі на схилі крутизною 2-3° при мілкому загоранні в роки з підвищеним стоком води і змивом ґрунту ефективність його знижувалась у прямій дії на 30 % і більше. Післядії гною тут практично не виявлено вже на третій культурі, а сума приростів урожаю по трьох культурах сівозміни (озима пшениця, кукурудза на зерно, ячмінь) була на 3,3 ц/га меншою, ніж після оранки (табл. 40). У середньому за 1987-1989 рр. приріст урожаю зерна вирощуваних культур від загорання гною чизелем у прямій дії становив 9,1, у післядії – 2,6-2,9 ц/га, при внесенні під плуг – відповідно 7 і 3,1-3,7 ц/га. При внесенні гною під кукурудзу на зерно показники були дещо іншими, особливо в післядії на ячмінь.

Залежно від системи обробітку, приріст урожайності був вищим там, де гній у ґрунт загорався чизелем з напівактивними робочими органами за консервуючою технологією. Зберігаючи вологу в орному шарі й захищаючи ґрунт від змиву та видування, такий спосіб внесення гною в поєднанні в разі потреби із внесенням невисоких доз мінеральних добрив створює умови для кращого гумусоутворення і швидкого окультурення еродованих ґрунтів і в цілому дає найбільшу віддачу. Порівняно з оранкою, така система обробітку ґрунту дозволяє збагатити елементами живлення зону максимального зосередження кореневої системи.

Таблиця 40 – Ефективність гною залежно від місця внесення в сівозміні та системи обробітку ґрунту на схилі крутизною 2-3°

Культура сівозміни	Система обробітку ґрунту на основі			
	оранки	безполіцевого розпушення	мілкого обробітку	консервуючого обробітку
<i>Урожайність культур без добрив, ц/га</i>				
Озима пшениця після пару	54.0	54.3	52.1	53.8
Кукурудза на зерно	51.9	52.8	50.0	53.9
Ячмінь	18.7	20.2	17.8	20.1
Середнє за 1987-1989 рр.	41.5	42.4	39.9	42.6
<i>Питіст урожайності від внесення гною під чорний пар, ц/га</i>				
Озима пшениця після пару	7.0	6.7	4.8	9.0
Кукурудза на зерно	3.1	3.1	2.1	2.9
Ячмінь	3.7	1.5	1.8	2.6
Середнє за 1987-1989 рр.	4.0	3.5	2.9	4.8
<i>Питіст урожайності від внесення гною під кукурудзу, ц/га</i>				
Кукурудза на зерно	7.1	6.1	6.1	5.8
Ячмінь	12.1	12.1	12.2	12.4
Середнє за 1987-1989 рр.	9.6	9.1	9.1	9.1

Для зниження втрат поживних речовин із гною використовують фосфорні добрива, особливо добавки фосфоритного борошна, яке посилює мікробіологічну діяльність у гної та його гуміфікацію. Фосфоритне борошно створює умови для поглинання аміаку як через біологічне закріплення в плазмі мікробів, так і через сорбцію його гуміновими сполуками. Одночасно підвищується доступність для рослин фосфору мінеральних добрив. Внесенням фосфорних добрив можна різко скоротити втрати азоту з гною або повністю зв'язати азот (Авдонин Н.С., 1972; Ликов А.М., 1972).

Слід враховувати те, що рослини не тільки виносять із ґрунту елементи живлення, які утворюються в результаті мінералізації гумусу, а й можуть самі збагачувати ґрунт на органічну речовину і тим сприяти збільшенню вмісту гумусу в ґрунті. Тому одним із важливих напрямів розширеного відтворення родючості ґрунту є оптимальний підбір і співвідношення культур для вирощування на змитих ґрунтах і раціональне використання одержаної біомаси.

Кількість післяжнивних і корневих решток, які надходять у ґрунт після збирання врожаю, залежить від виду й сорту культури, способу сівби, густоти посівів, висоти стерні, видів і норм застосовуваних до-

брів, ступеня еродованості ґрунтів, системи обробітку ґрунтів, погодних умов та інших факторів, які впливають на розвиток надземної і підземної біомаси рослин. При цьому не завжди виявляється пряма залежність між урожаєм зерна і соломи, надземної і підземної частини біомаси. Залежно від поєднання численних факторів, маса післяжнивних і корневих решток коливається в дуже широких межах – від 1-2 до 15-18 т/га. Після збирання зернових на полі залишається 2-4 т/га післяжнивних і корневих решток, а після укосів багаторічних трав другого-третього року використання – 8-15 т/га.

В одному з досліджень після другого укосу люцерни (третього року використання) провели пошаровий облік кореневої маси до глибини 100 см. До неї віднесли також отаву висотою 3-4 см. При цьому було отримано такий вихід сухої маси, т/га: в шарі 0-20 см – 7,4; 20-40 см – 0,96; 40-100 см – 0,66, а всього в метровому шарі виявлено 9,02 т/га рослинних решток.

Внаслідок прижиттєвого відмирання коренів і корневих виділень, які, як правило, не враховуються, у ґрунті залишається значно більше органічної речовини, ніж при визначенні методом відмирання коренів після збирання врожаю (Станков Н.З., 1964). Наприклад, при загальному врожаї зерна і соломи 4-5 т/га до часу цвітіння зернових колосових культур у ґрунті нагромаджувалося 3-4 т/га сухої маси коренів, а до часу збирання врожаю залишалося всього 2-2,5 т/га сухої маси коренів і післяжнивних решток (Юркин А.И. и др., 1981). Тому оцінка впливу корневих решток рослин на родючість ґрунтів лише за даними обліку кореневої системи після збирання врожаю є заниженою.

Крім обліку загальної кількості заораної біомаси, дуже важливо знати її хімічний склад, і особливо вміст азоту (табл. 41).

За даними про вміст поживних речовин у коренях і стерні та масу останніх при певному розмірі врожаю можна визначити, яку кількість поживних речовин залишають в орному шарі ґрунту різні культури.

Залежно від розміру надземної і підземної маси різних культур вирішують питання про вдосконалення структури сівозмін і найраціональнішого використання надземної маси: яку її частину доцільно залишати для приорювання, щоб забезпечити розширене відтворення родючості ґрунту.

Таблиця 41 – Вміст основних поживних речовин у кореневих і післяжнивних рештках культур на дерново-підзолистих ґрунтах, % до абсолютно сухої речовини (Алиева Е. И., 1964)

Культура	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
	Корені	Стерня	Корені	Стерня	Корені	Стерня
Конюшина першого року використання	2.36	2.65	0.54	0.71	0.78	1.65
Горох	1.92	1.57	0.30	0.30	0.70	1.40
Кормові боби	1.88	1.11	0.30	0.30	0.92	1.01
Озима пшениця	1.09	0.32	0.25	0.03	0.57	0.50
Яра пшениця	1.20	0.44	0.30	0.05	0.45	0.50
Ячмінь	1.18	0.45	0.40	0.06	0.45	0.52

Структуру сівозмін на змитих ґрунтах, особливо земель другої і третьої ЕТГ, важливо вдосконалювати в напрямі збільшення частки багаторічних трав і зернобобових, що дозволить знизити дефіцит азоту на змитих ґрунтах за рахунок біологічного азоту. За даними вечних, бобові культури фіксують таку кількість азоту з повітря (% від усього азоту, що міститься в їх біомасі): конюшина – 70-75; кормові боби й озима вика – 55-60 %, горох і яра вика – 30-40 %. При заорюванні, наприклад, 100 ц/га корневих і післяжнивних решток (з розрахунку на суху речовину) у ґрунт надходить стільки ж органічної речовини, скільки її міститься у 50 т гною при 80 %-ній вологості. Причому, післяжнивні й кореневі рештки рівномірно розподіляються по поверхні поля, чого важко досягти внесенням гною. Крім того, знижуються затрати на вивезення гною та його внесення у ґрунт. Все це є особливо важливим для регіонів, де відчувається гострий дефіцит гною.

Існує достатньо експериментальних даних, які підтверджують, що бобові культури збагачують ґрунт азотом не тільки після збирання врожаю, у результаті мінералізації корневих і післяжнивних решток ґрунтовими мікроорганізмами, а й під час їх життя за рахунок виділення азотовмісних сполук кореневою системою.

Враховуючи великий меліоративний ефект посівів люцерни, еспарцету та інших бобових, а також багаторічних бобово-злакових травосумішей, слід при трансформації угідь та визначенні структури сівозмін на схилах із змитими ґрунтами вважати такий шлях збагачення ґрунту органікою доцільним і з економічної, і з екологічної точок зору, у кожному конкретному випадку визначати найоптимальніші

шляхи збагачення ґрунту гумусом. Багаторічні трави, збагачуючи ґрунт органікою, також захищають її від ерозії, а вирощування їх на схилах вимагає незначних затрат.

Важливим резервом надходження у ґрунт післяжнивних і корневих решток є широке застосування післяжнивних, післяжнивних і сумісних посівів культур. Використовуючи сприятливі кліматичні умови зони достатнього зволоження, проміжні посіви дають можливість отримати за рік два-три укоси зеленої маси (особливо при поєднанні бобових і злакових), а ґрунт збагачувати післяжнивними і корневими рештками. Після проміжних посівів кількість рослинних решток збільшується в 1,5-2 рази, якщо заорювати в ґрунт частину зеленої маси рослин.

Ф.І.Левін (1983) доводить, що за так званої системи Брока при тривалому вирощуванні тільки зернових культур гумусовий баланс підтримується без гною за рахунок проміжної культури – італійського райграсу на зелене добриво. Збільшенню вмісту гумусу в ґрунті сприяє прижиттєвий опад рослин (відмираючі епідермальні тканини, кореневі волоски, перші пагони й листки), а також кореневі виділення, які є джерелом органічної речовини для утворення гумусу та життєдіяльності мікроорганізмів, що утворюють перегнійні речовини. Вивчення життєвого впливу рослин на властивості й родючість ґрунтів, у тому числі на утворення в них гумусу, дає підстави для висновку: чим довше ґрунт перебуває під вегетуючими рослинами, тим більший їх вплив на ґрунт.

Заслужують на поширення на змитих ґрунтах посіви сидеральних культур, так званих зелених добрив. Під зеленими добривами (Кант Г., 1982) розуміють заорані в ґрунт ще невідмерлі зелені рослини, багаті на цукри, крохмаль, білок, азот, а також корені рослин, які ще функціонують до обробки ґрунту. Цим зеленими добривами принципово відрізняються від зароблюваних у ґрунт органічних добрив: сухих (солома) або частково перепрілих (гній). Найчастіше використовують ранньовесняну підсівну та післяжнивну сівбу сидератів – як парозаймаючих культур. Після збирання основної культури і досягнення сидератами фази початку цвітіння їх заорюють або неглибоко загортають у ґрунт дисковою бороною.

Найефективнішими сидератами є на малородючих дерново-підзолистих піщаних і супіщаних ґрунтах. Їх слід застосовувати під карто-

плю, цукрові буряки та інші коренеплоди, кукурудзу, озимі зернові, овочеві та плодово-ягідні культури. Це переважно бобові культури (багаторічний та однорічний люпин, буркун, еспарцет, конюшина, люцерна та ін.), гірчиця, гречка, озиме жито, озимий та ярий ріпак, редька олійна тощо, а також суміші різних культур. Урожай зеленої маси сидератів становить до 35-40 т/га, з якою у ґрунт потрапляє 150-200 кг/га загального азоту, що рівнозначне 30-40 т/га гною. При заорюванні всієї маси сидератів удобрення вважають повним, якщо масу привозять з іншої площі – укiсним, а при використанні для удобрення кореневих решток, стерні та отави – комбінованим, або отавним.

На Придеснянській сільськогосподарській дослідній станції весняне заорювання підпокривного однорічного люпину порівняно із зяблевою оранкою без зелених добрив сприяло підвищенню врожайності картоплі на еродованих землях з 8,33 до 14,4 т/га, кукурудзи – з 1,85 до 2,17, вівса – з 0,87 до 1,48 і ячменю – з 0,62 до 1 т/га.

Дослідження, проведені в Білорусії, показали, що дія заораного сидерату тривала протягом трьох років. Він був значно ефективнішим, ніж заорювання 50 т/га торфогнойового компосту, особливо на сильно змитих, дуже бідних на азот ґрунтах (Жилко В.Н., 1974).

У дослідках Інституту пшениці УААН (1970-1978 рр.) на глибоких малогумусних вилугуваних чорноземах післязливні посіви впливали на врожай не тільки першої, а й наступних культур. Сумарний приріст врожаю за 12 років від приорювання зеленої маси суміші гороху й гірчиці становив 14, а чистого посіву гороху – 17 %. Редька олійна і гірчиця біла були менш ефективними, ніж інші сидерати, у перший рік (пряма дія), але післядія їх була майже такою, як і бобових культур.

Позитивно впливають сидеральні добрива і на врожай цукрових буряків. Так, у виробничих дослідках, проведених у дослідному господарстві Білопеківського ДАУ, в середньому за 8 років (1976-1983 рр.) врожайність цукрових буряків при внесенні $N_{60}P_{60}K_{60}$ становила 354 ц/га, $N_{90}P_{90}K_{90}$ – 448,2, гною – 457, при заорюванні зеленої маси післязливного посіву гороху – 466, гірчиці – 452, зеленої маси гірчиці разом з 20 т/га гною – 502 ц/га. Отже, приорана зелена маса післязливних посівів гірчиці й гороху забезпечила більший приріст врожаю, ніж 20 т/га гною і високі дози повного мінерального добрива.

У багаторічних стаціонарних дослідках кафедри землеробства Львівського ДАУ (1989-1993 рр.) виявлено високу ефективність сумісного впливу гною і сидеральних добрив (гірчиця біла) на врожай і якість цукрових буряків. При внесенні органічних і мінеральних добрив (контроль) і збалансованих з їх дозами за NPK органо-сидеральних добрив виявлено тенденцію до зростання врожайності цукрових буряків при застосуванні останніх. Крім того, збалансований поживний режим в останніх варіантах сприяв зростанню цукристості коренеплодів на 0,3-0,62 % (Томашівський З.М., Бомба М.Я., Ковальчук Ю.О., 1993).

На карбонатних суглинкових еродованих ґрунтах радгоспу “Погра-ничник” Кагульського району Молдови поряд із вивченням впливу сидератів на врожайність сільськогосподарських культур спостерігали за протиерозійною ефективністю заораної зеленої маси. Виявлено, що сидерати значно збільшують поглинання ґрунтом опадів і тим самим зменшують стік води та змивання ґрунту. Навіть при заорюванні їх у слабкозмитий ґрунт 8,2-10,8 т/га, а в середньозмитий 6,5-8,1 т/га зеленої маси гороху і чини інтенсивність поглинання вологи ґрунтом зросла на 1,0-2,6 мм/хв, порівняно з паром, де сидератів не заорювали. Вплив заораних у ґрунт сидератів на стік води і змивання ґрунту виразно виявився на схилі крутизною 8-9° у досліді при дощуванні. Як сидерати, використовували люцерну і горох. Шар води при дощуванні становив 60 мм, інтенсивність поглинання її ґрунтом – 2 мм/хв. У варіантах із застосуванням сидератів стік зменшився на 31-45 %, а змив – на 32-47 %, порівняно з паром без заорювання сидератів. За даними 8 спостережень, за весняно-літній період при випаданні дощів на пару без сидератів змито ґрунту 30,6 т/га, а із заорюванням сидератів – 15 т/га. Найвідчутніше зелені добрива зменшували змив ґрунту в перші 3-4 місяці після заорювання. Приріст урожаю зерна озимої пшениці від заорювання сидератів коливався в межах 0,65-1 т/га (Петров Ю.П., 1975).

Сидерати не тільки збагачують ґрунт поживними речовинами. Заорювання їх, внаслідок якого при оптимальній вологості й температурі ґрунту зелена маса їх може повністю розкластися за 2-3 місяці, сприяє розвитку ґрунтових мікроорганізмів (грибів, водоростей, бактерій). Біологічна активність ґрунту при цьому зростає в 1,5-2 рази, розкладання інших органічних речовин (торфу, соломи) прискорюється, внаслідок чого вивільняється і включається в біологічний кругообіг додаткова кількість поживних речовин.

Отже, зелені добрива на еродованих схилах здійснюють комплексний вплив на відтворення родючості ґрунту і підвищення його продуктивності. Сидерати сприяють підвищенню врожайності всіх культур і тим самим збільшують ґрунтозахисну здатність рослинного покриву. Вони також поліпшують якість врожаю – підвищують вміст білка в зерні пшениці, ячменю, жита, вівса, крохмалю в бульбах картоплі. Зелені добрива – надійний і могутній засіб відтворення родючості змитих ґрунтів, запобігання ерозії й охорони навколишнього середовища.

Одним із заходів поповнення ґрунту органічною речовиною є *мульчування*, тобто покривання оголеної поверхні ґрунту соломкою та іншими матеріалами, яке відвертає або зменшує численні несприятливі явища, що виникають через відсутність на поверхні ґрунту схилів рослинних решток. Воно сприятливо впливає на біологічні, фізико-хімічні, хімічні процеси у ґрунті, від яких залежить його родючість. Солома, як добриво, зв'язує азот в органічну форму і зменшує його втрати з ґрунту (Минеев В.Г., 1984).

Мульчування на землях схилів підвищує вологоємкість поверхнього шару ґрунту, зменшує можливість формування стоку, захищає ґрунтові агрегати від руйнування ударами дощових крапель і цим зменшує відокремлення ґрунтових частинок та їх перенесення, а також охороняє поверхню ґрунту від ущільнення й утворення кірки після дощу. Внесення в суглинкові еродовані чорноземи Молдови 8 т/га солом'яної січки збільшувало водопроникність ґрунту в 1,5-2 рази і запаси вологи в метровому його шарі на 24 мм, порівняно з ділянкою схилу, яку не мульчували (Петров Ю.П., 1966).

Соломи для мульчування, особливо схилових земель, у господарствах достатньо. У деяких зонах країни із загальної кількості соломи на кормові цілі та підстилку використовується щорічно лише 40-45 % (Лошаков В.Г., 1980). Відомо, що витрати на збирання і скиртування соломи удвічі більші, ніж на збирання врожаю у напружений збиральний період. Дуже часто в окремих господарствах для звільнення полів під виконання інших польових робіт соломку спалюють, що є абсолютно неприпустимим. Як органічне добриво, солома значно поступається сидератам. У ній дуже мало азоту, тому при використанні її як мульчі перед сівбою наступної культури треба вносити азотні добрива з розрахунку 7-10 кг мінерального азоту на 1 т соломи.

У 70-х роках в умовах Центральнорозомної зони на схилі крутизною до 4° вивчали протиерозійний вплив мульчування лісового важкосуглинкового середньозмитого ґрунту. Вносили 2-2,5 т/га соломи. За даними шестирічних досліджень було виявлено високу водорегулюючу та протиерозійну ефективність такого мульчування, особливо на варіантах із плоскорізним обробітком ґрунту.

У варіантах з поверхневим мульчуванням зябу глибина промерзання ґрунту в середньому за роки досліджень була майже удвічі меншою, порівняно з контролем, що сприяло нагромадженню в ній весняної води від танення снігу. В окремі роки запаси вологи в ґрунті збільшувалися на 170-300 м³/га. У цьому варіанті мінімальним був і змив ґрунту, оскільки мульча і рослинні рештки зменшували швидкість стікання води. Крім того, під шаром соломи ґрунт повільніше розмерзався навесні, завдяки чому ставав стійкішим проти змивання. Поверхнєве мульчування ґрунту соломкою виправдало себе і влітку в період випадання злив. Шар мульчі 2-3 см повністю запобігав змиванню ґрунту. Високий ґрунтозахисний ефект давало загортання соломи на глибину 10-13 см. Приріст урожаю в середньому за 3 роки досліджень у варіантах із заорюванням мульчі на таку глибину був максимальним: зерна ячменю – 0,32 т/га, зеленої маси вико-вівсяної суміші – 1,2 т/га. За 6 років застосування мульчі запаси гумусу у ґрунті зросли на 0,3 %, а вміст водотривких структурних агрегатів діаметром понад 1 мм – на 20 % (Ломакин М.М., 1980).

Доцільно ширше використовувати також інші органічні добрива природного походження – торф, сапропелі, ставковий мул тощо. Торф здавна використовують для удобрення сільськогосподарських культур, оскільки, за висловлюванням К.А.Тімірязєва, він є “консервантом сонячної енергії”, а Д.М.Прянишникова – “азотною рудою”. Розрізняють торф низинний (автотрофний), перехідний (мезотрофний) і верховий (оліготрофний). У різних його видах міститься від 20 до 70 % органічної речовини, 0,8-3, 3 % азоту, є й інші цінні макро- та мікроелементи (табл. 42).

Запаси торфу вичерпуються, тому використовувати його для удобрення треба раціонально. Не слід вносити його (особливо перехідний і верховий) у чистому вигляді, тому що всі кислоти його різновиди можуть погіршити фізико-хімічний стан ґрунту. У сучасному інтенсивному землеробстві торф слід розглядати як консервант органічної

Таблиця 42 – Хімічний склад торфу різних типів, % сухої речовини
(А. М. Артюшин, Л. М. Державін, 1984)

Тип торфу	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	pH сольове
Верховий	0,8-1,2	0,05-0,12	0,1	2, 8-3, 5
Перехідний	1, 0-2, 3	0,1-0,2	0,1	3, 5-4, 7
Низинний	2, 3-3, 3	0,12-0,5	0,15	4, 7-5, 5

речовини, азоту, інших елементів, які можуть втрачатись у процесі зберігання. Йдеться також про підстилковий і безпідстилковий гній, різні види пташиного посліду, осади стічних вод. Дози компостів, виготовлених на основі торфу, залежать від вмісту в них поживних речовин. Як правило, вони дорівнюють дозам підстилкового гною, а якщо поживних речовин у них менше, їх збільшують приблизно на 20-30 %.

Сапропелі – комплексні відкладення на дні відкритих водоймищ – також використовують як органічні добрива. Вони є сумішшю ґрунтових частинок – продуктів акумуляції ґрунту, розкладу рослин і тварин, а також осаду мінеральних солей. Вивчені геологічні ресурси сапропелів в Україні оцінюються спеціалістами у 0,8 млрд м³. Оптимальні дози сапропелів, залежно від вмісту в них загального азоту, становлять: для просапних культур – 50-60, для зернових – 30-40 т/га. Для удобрення використовують лише провітрені і заморожені протягом зими сапропелі. Кращий ефект забезпечує сумісне застосування їх з помірними дозами мінеральних добрив, а також сапропелегнової компости у співвідношенні 1:1. Внесення сапропелів у кількостях 20, 40 і 60 т/га підвищувало врожайність картоплі відповідно на 37, 46 і 59 %. Дослідженнями Гродненського сільськогосподарського інституту (Білорусія), доведено, що внесення 20 т/га сапропелів забезпечувало приріст урожаю картоплі на 7, ячменю – на 0,5 т/га.

Слід відрізнити від сапропелів *ставковий мул*, який утворюється на дні штучних водоймищ упродовж кількох десятків років (сапропелі – протягом тисячоліть). Ставковий мул містить 20-40 % органічної речовини і близько 0,5 % загального азоту. Провітрений, але не пересушений ставковий мул вносять переважно у ґрунти на прилеглих до водоймищ площах у дозах 100-200 т/га під просапні та овочеві культури. Свіжий мул вносити не слід, оскільки в ньому містяться закисні форми заліза, які є токсичними для рослин. У процесі його провітрювання протягом не менш як 6 місяців у польових буртах ці форми заліза окиснюються.

Важливим резервом відновлення родючості змитих ґрунтів є *реплантація*, або нанесення на них шару ґрунту з більшим умістом гумусу. Великі запаси гумусового шару ґрунтів накопичилися від проведення підготовчих робіт на відкритих розробках родовищ багатьох корисних копалин. Багато ґрунту з високим вмістом гумусу щороку вилучається з полів при збиранні коренеплодів. Внаслідок багаторічного прояву ерозії величезна кількість ґрунтів, змитих із схилів, відкладається біля їх підніжжя, на дні ярів і балок, у заплавах річок. Їх потужність у багатьох випадках досягає 2-3 , а іноді й 5 м.

Виробничі дослідження показують, що реплантація (у перекладі з лат. – насадження) є заходом різкого підвищення родючості середньо- і сильнозмитих ґрунтів. Іноді її ще називають *землюванням*. Реплантація – це здебільшого відновлення раніше змитих гумусових горизонтів на схилах із середньо- та сильнозмитими ґрунтами.

Ефективність реплантації гумусу на еродованих землях залежить насамперед від шару трансплантованого ґрунту, вмісту у ньому гумусу і мінеральних елементів живлення рослин. Оскільки різні культури по-різному реагують на еродованість ґрунтів, приріст їх урожаю від збільшення вмісту гумусу у верхньому шарі ґрунту неоднаковий.

У радгоспі “Лапушна” Котовського району Молдови виробничий дослід з реплантації гумусу проводили на схилі крутизною 8-10° із сильнозмитим важкосуглинковим чорноземом. Вміст гумусу в орному шарі ґрунту становив 1,5 %, на глибині 40 см – 0,5 %. Реплантантом був намитий ґрунт із дна балки з умістом гумусу 2,15-2,17 %. Були випробувані три варіанти із різною товщиною реплантанту: 15,30 і 45 см (табл. 43).

З таблиці 43 видно, що нанесений гумусовий шар 30 і 45 см задовішки забезпечить досить високі прирости врожайності (врожаї були майже такими, які господарство збирало на незмитих ґрунтах).

Реплантацію еродованих ґрунтів застосовують в Україні, Росії, інших країнах. Доведено, що нанесений на супіщані слабкоеродовані ґрунти родючий шар висотою 20-30 см із умістом 5-7 % гумусу сприяв приросту врожайності зерна з розрахунку на кожні 10 см шару: озимої пшениці – 0,68-0,82, ячменю – 0,45-0,53 т/га. При нанесенні 20-30 см шару гумусу на слабкоеродовані лісові ґрунти приріст урожайності зерна озимого жита та озимої пшениці становив 0,98-1,05 т/га, при товщині гумусованого шару 30-40 см – від 1 до 2,18 т/га

Таблиця 43 – Вплив товщини гумусованих шарів на врожай культур у радгоспі “Лапушна” Котовського району Молдови

Культура	Рік	на контролі	Урожайність, т/га		
			у варіантах досліду при товщині нанесених шарів, см		
			15	30	45
Вика на зерно	1978	1,34	2,32 0,98	2,82 1,48	3,12 1,78
Озима пшениця	1979	0,85	2,55 1,70	3,22 2,87	3,64 2,79
			1980	2,36	3,30 0,94
	1981	1,29	1,88 0,59	2,58 1,29	2,76 1,47
Соняшник	1982	0,65	1,24 0,59	1,81 1,16	2,14 1,49
			Кукурудза на зерно	1983	1,32

Примітка. У чисельнику – урожайність, т/га, у знаменнику – приріст її, т/га

і від 0,61 до 2,77 т/га. Отже, на реплантованих еродованих ґрунтах вирощують високі врожаї культур. Реплантація гумусових горизонтів на змиті ґрунти – один із важливих напрямів ресурсозбереження, який дозволяє підвищити продуктивність земель і разом з тим звільнити великі площі, зайняті відвальними породами при відкритій розробці родовищ корисних копалин. З цього випливає, що система удобрення на еродованих землях має забезпечувати певний рівень урожайності, враховувати конкретні ґрунтово-кліматичні умови, біологічні особливості вирощуваних культур і сприяти захисту навколишнього середовища.

2.2.7. Боротьба з бур'янами

Серед несприятливих факторів зовнішнього середовища, що обмежують реалізацію переваг ґрунтозахисного землеробства, бур'яни, хвороби і шкідники в посівах сільськогосподарських культур є одними з основних. Незважаючи на широке застосування комплексу заходів і засобів захисту рослин (ЗЗР), сьогодні у світі вони спричиняють втрати більше третини врожаю.

Світова практика свідчить, що захист сільськогосподарських культур від шкідливих організмів сприяє збереженню в середньому 20 %

врожаю. Це, безумовно, є істотним внеском у підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва. Проте, фактор захисту рослин використовується недостатньою мірою.

Запобігання втратам урожаю пов'язане з використанням великої кількості пестицидів, а отже, з екологічною небезпекою. Крім того, тотальне застосування хімічних засобів захисту рослин втрати врожаю від шкідників в останні десятиріччя зменшило неістотно, а в США, навпаки, вони зросли за період 1940-1980 рр. з 7,1 до 13 %, від бур'янів за 1970-1980 рр. – з 8 до 12 %, а загальні втрати врожаю – з 31,4 до 37 % при більш як 10-разовому зростанні кількості застосовуваних у країні пестицидів. Це свідчить про те, що проблема захисту рослин від шкідливих організмів існує і ще далеко від оптимального вирішення, насамперед в екологічному відношенні.

Заходи захисту треба розробляти і застосовувати на основі біоценологічного принципу захисту рослин, суть якого полягає у необхідності регулювання чисельності шкідливих організмів на екологічно та економічно доцільному рівнях. Нераціональне застосування пестицидів здебільшого призвело до непередбачених фітосанітарних та природоохоронних наслідків: ускладнився захист посівів від традиційних шкідників; виникли проблеми в боротьбі з новими видами шкідливих організмів, забрудненням пестицидами навколишнього середовища та продуктів урожаю. Так, за даними А. Яблокова (1986), в 1986 р. в колишньому СРСР на 1 га обробленої ЗЗР ріллі в середньому припадало по 2 кг пестицидів, або по 1,4 кг на душу населення.

За цих умов надзвичайно важливе значення має розробка і застосування агробіологічних методів боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами культурних рослин. Особливо актуальною є вона на схилених землях, де існує реальна небезпека міграції пестицидів з рідким і твердим стоком у ставки, озера і річки, а також у підґрунтові води.

В умовах інтенсифікації виробництва бур'яни є одним із найбільш негативних і сильнодіючих чинників, які знижують урожайність сільськогосподарських культур.

Як твердить О.В.Фісонов (1980), через забур'яненість на середньозасмічених полях недобирають 10-12 % валового врожаю зерна, льону та цукрових буряків, 6-10 % овочів і картоплі, 18-20 % багаторічних трав, 6-7 % плодів і ягід. На дуже засмічених полях урожайність культур знижується в 1,5-2 рази і більше, оскільки бур'яни заті-

нюють культурні рослини, внаслідок чого останні витягуються і вяляють, не досягаючи повного розвитку. Через затінення ґрунту бур'янами знижується його температура, погіршується життєдіяльність мікроорганізмів у ньому. До того ж, як показали численні дослідження, бур'яни поглинають із ґрунту значно більше вологи, ніж культурні рослини, оскільки їх транспіраційний коефіцієнт вищий, ніж у культурних рослин. Зокрема, редька дика, гірчиця польова, талабан польовий, ромашка непахуча, волошка синя, щиріця звичайна дуже висушують ґрунт, внаслідок чого вологість його в кореневмістому шарі зменшується на 2-5 % і її часто не вистачає для культурних рослин.

При наявності на 1 м² поля 51-100 шт. бур'янів вони виносять азоту з ґрунту до 100 кг/га, фосфору – 50, калію – 180 кг/га, що значно перевищує внесену кількість поживних речовин для забезпечення врожайності озимої пшениці 30 ц/га. Зокрема, карантинний бур'ян амброзія полинолиста при наявності 20 рослин на 1 м² виносить із 1 га 135 кг азоту, 40 кг фосфору і 150 кг калію. Осот рожевий виносить із ґрунту в 1,5 рази більше азоту і вдвічі більше калію, ніж зернові культури. При цьому бур'яни поглинають поживні речовини не лише із ґрунту, а й із внесених добрив. Вівсюг, як стверджують С.С.Рубін, А.Г.Михаловський, В.П.Ступаков (1980), за вегетацію засвоює із внесених добрив 44,4 % азоту, триреберник непахучий – 58,3, яра пшениця – 39 %. Такі бур'яни-паразити, як повитиця, вовчок та інші повністю живуть за рахунок поживних речовин, які безпосередньо містяться у тканинах культурних рослин.

Бур'яни різко погіршують якість сільськогосподарської продукції. Наприклад, сіно з домішкою хвоща польового та жовтецю їдкою може спричинити гостре отруєння тварин. Навіть за незначного вмісту в борошні розмеленого насіння кукілью, пажитниці п'янкої, блекоти чорної, гірчаку степового воно стає непридатним для споживання людиною, а комбікорм – тваринами.

Бур'яни є осередками шкідників і збудників хвороб рослин. На лободі білій, щиріці, гречці виткій березковидній відкладає яйця і тимчасово живиться буряковий довгоносик. Березка польова сприяє поширенню лучного метелика. Полин, ромашка непахуча, нетреба є притулком для такого злісного паразита соняшнику, тютюну і томатів, як вовчок.

Бур'яни є резерваціями специфічних для багатьох сільськогосподарських культур збудників хвороб: пирій повзучий – лінійної іржі; пирій, мишій, вівсюг – гельмінтоспориозу. З різних видів пасльону на картоплю переходить рак.

Резерваціями паразитних грибів, збудників кили капусти, несправжньої борошністої роси, білої плісняви, чорної ніжки та інших хвороб культурних рослин є гірчиця польова, грицики, редька дика та інші капустяні рослини. З пирію повзучого на культурні злаки поширюється хлібна, жовта й корончаста іржа.

На забур'янених посівах ускладнюється збирання врожаю, очищення зерна, збільшується кількість обробітків. Зелена маса бур'янів, забиваючи робочі органи збиральних машин, часто спричинює їх поломки і простої, збільшує вологість зерна, що вимагає додаткових витрат на його очищення та висушування. На забур'янених полях посилюється також тяговий опір знарядь обробітку, внаслідок чого зростають енергетичні затрати.

Для успішної боротьби з бур'янами треба знати біологічні особливості їх росту й розвитку. *Бур'яни мають значно вищу плодючість, порівняно з культурними рослинами.* Так, одна рослина редьки дикої утворює в середньому 12 тис., осоту рожевого – 35 тис., щиріці, лободи – 500 тис. насінин, тоді як одна рослина пшениці – до 200, а кукурудзи – до 1500 зернин. Тому в ґрунті створюються великі запаси насіння бур'янів, які досягають в орному шарі від 400-600 млн до 1,5-2 млрд шт. на 1 га.

Другою біологічною особливістю бур'янів є *тривалий, розтягнутий період проростання насіння.* Насіння ж деяких бур'янів (буркун жовтий, грицики, лобода біла, мишій зелений та ін.) проростає, не досягнувши навіть повної стиглості.

Ускладнює боротьбу з бур'янами зберігання схожості їх насіння протягом тривалого періоду. Це пояснюється наявністю у ньому міцної повітронепроникної оболонки, у якій вміст насінини залишається сухим у вологому ґрунті і навіть у воді. Наприклад, насіння курячого проса, гірчиці польової зберігає схожість у ґрунті не менше 13 років, осоту – 15, мишію сизого і мокрецю – 30, щиріці звичайної – 40, березки польової – 50, буркуну білого – 77 років. Через це у ґрунті нагромаджується велика кількість насіння бур'янів, яке разом із вегетативними органами розмноження визначає потенційну засміченість ґрунту.

Третьою біологічною особливістю бур'янів є *різні пристосування насіння* для поширення далеко від материнської рослини (мак, кукіль, горошок мишачий); для заривання у ґрунт (вівсюг); причеплення гачками, якірцями, шпильками до тварин, птахів і людей та перенесення в інші місця; перенесення вітром (осот, кульбаба), водою, гноєм, машинами, знаряддями.

Четверта біологічна особливість бур'янів – це їхня здатність до вегетативного розмноження. Наприклад, пирій повзучий, хвощ польовий, свинорий пальчастий розмножуються кореневищами; осот рожевий і жовтий, берізка польова, гірчак степовий – коренепаростками.

Рівень забур'яненості посівів у нашій країні свідчить про те, що здійснені заходи боротьби з бур'янами поки що недостатньо ефективні.

Усі заходи боротьби з бур'янами поділяються на механічні, хімічні, біологічні, екологічні та комплексні. Основними слід вважати механічні заходи, оскільки при їх проведенні не лише знищуються бур'яни, а й поліпшуються фізичні властивості та водно-повітряний режим ґрунту, гинуть шкідники, збудники хвороб.

Механічні заходи боротьби поділяються на запобіжні, знищувальні та спеціальні.

Запобіжні заходи спрямовані на ліквідацію джерел, осередків бур'янів та усунення шляхів їх поширення.

За матеріальними і трудовими затратами вони вигідніші від знищувальних, оскільки дають змогу легше запобігти занесенню та поширенню шкідливих бур'янів, ніж знищувати їх.

До запобіжних заходів відносять сівбу насінням, очищенням від насіння бур'янів, внесення у ґрунт гною і компостів, виготовлених нещільно-ущільненим способом, у яких через місяць зберігання схожість насіння бур'янів становить 3,5 %, через два місяці – 1,4, через три місяці – 0,1 %, а через 4 місяці воно повністю гине. Щоб насіння бур'янів не потрапляло в гній, солому, полову, відходи зерна перед згодовуванням тваринам слід запарювати, що роблять власники присадибних ділянок. Збиральні машини і транспортні засоби слід обладнувати пристосуваннями для уловлювання насіння бур'янів. Збирати врожай слід при низькому зрізі рослин, щоб якнайменше залишалось плодоносних бур'янів. Для охорони посівів від потрапляння на них бур'янів слід систематично обкошувати канали, обочини доріг, береги річок та інші необроблювані землі. Для запобігання потраплянню

насіння бур'янів на поля із зливовими водами слід усунути поверхневу або площинну ерозію ґрунту.

Знищувальні заходи сприяють знищенню як бур'янів, що проростають на сільськогосподарських угіддях, так і органів їх генеративного та вегетативного розмноження, а також зниження життєздатності насіння бур'янів. Давнім і найпоширенішим способом знищення бур'янів є механічний обробіток ґрунту. Так, лущенням стерні, оранкою, культивацією, коткуванням, боронуванням створюють сприятливі умови для проростання насіння і плодів бур'янів і знищення їх у фазі білої ниточки боронуванням або культивацією. Життєздатність насіння і плодів бур'янів знижується при глибокій оранці (30-35 см). У цьому разі насіння бур'янів або зовсім не проростає, або проростки їх гинуть, не досягаючи поверхні ґрунту. Насіння більшості бур'янів при глибокому обробітку ґрунту втрачає схожість через 4-5 років, а стоколосу польового, кукілю звичайного, пажитниці та інших – через 1-2 роки. Глибока оранка ґрунту через кожних 4-5 років при нормальному, мілкому і поверхневому обробітку в інші роки дає змогу знизити життєздатність насіння бур'янів, яке міститься у ґрунті на глибині 20-30 см.

Разом з тим, як показали дослідження, при глибокому загортанні насіння бур'янів може вийти із стану вторинного спокою і проростати по всій глибині орного шару. Такі проростки гинуть, не досягнувши поверхні ґрунту. Отже, відбувається самоочищення ґрунту від насіння бур'янів.

Спеціальні заходи спрямовані на боротьбу з бур'янами, які здатні вегетативно розмножуватись (кореневищами, коренепаростками), і карантинними (повитиці, гірчак повзучий тощо). Так, кореневищні і коренепаросткові бур'яни знищують відповідно способом удушення і виснаження. Кореневища подрібнюють дисковою бороною у два сліди на відрізки довжиною 10-15 см у шарі ґрунту товщиною 10-12 см і глибоко заорюють у фазі появи сходів – “шильця” бур'яну.

Коренепаросткові бур'яни підрізують дисковими луцильниками на глибині 6-8 см через 10-12 днів після проростання і цим виснажують їх. Друге підрізування здійснюють полицевими луцильниками або плугами на глибині 12-16 см через кожні наступні 10-15 днів. Після такого дво-, триразового виснаження бур'янів проводять глибоку оранку. Виснажені, порізані та глибоко приорані кореневища й коре-

непаростки бур'янів не здатні досягти поверхні ґрунту через нестачу у них поживних речовин і удушення.

Проте, у разі запізнення з глибокою оранкою кореневищні та коренепаросткові бур'яни розвивають фотосинтетичну листову поверхню, утворюють нові підземні органи і знову розмножуються. Тому ефективність знищення їх способом удушення різко знижується.

Найпоширенішим бур'яном-паразитом на півдні України є вовчок соняшниковий, який паразитує на коренях соняшнику, інколи тютюну та помідора, та вовчок гіллястий, що паразитує на коноплі, тютюні, може розвиватись на помідорах і картоплі. Заходами боротьби з вовчком є чергування культур у сівозміні, в якій соняшник повертають на попереднє місце вирощування через 7-9 років; провокаційні посіви соняшнику після проростання вовчка приорюють, що зменшує запас насіння бур'яну в ґрунті. З біологічних методів використовують вовчкову мушку фітомізу, яка відкладає яйця у стебла і квітки паразита. Пошкоджений вовчок відмирає, а той, що вижив, не плодоносить або дає несхоже насіння. Краще впроваджувати сорти й гібриди соняшнику, стійкі проти вовчка.

Найпоширенішим стебловим паразитом є повитиця. Серед її різновидів поширені повитиця конюшинна, льонова, польова, чебрецева, європейська та ін. Конюшинна й польова повитиці паразитують на конюшині та люцерні. Льон, конюшину й люцерну уражує ще повитиця льонова. У повитиці конюшинної стебло червоно-рожеве, насіння менше, ніж у конюшини; у польової – стебло жовте, а насіння таке ж за розміром, як у конюшини і люцерни. Насіння льонової повитиці не втрачає у ґрунті схожість протягом 1-2 років, польової – 6, конюшинної – 12 років. Тому культури, які пошкоджуються повитицями, можна повертати на попереднє місце тоді, коли насіння повитиці в ґрунті втратить схожість. Знищують повитицю на посівах низьким скошуванням і спалюванням скошеної маси, а площу перекопують або переорюють. Повитицю можна знищити також гербіцидами суцільної дії або 20 %-ним розчином аміачної селітри.

Знищення бур'янів у посівах. З часу сівби і протягом вегетації рослин фізико-механічні заходи боротьби з бур'янами проводять у процесі догляду за посівами. До появи і після появи сходів сільськогосподарських культур проводять боронування, яким знищують сходи бур'янів у фазі білої ниточки. Ярі зернові культури боронують через

4-6 днів після сівби, тобто до появи проростків зернових. Посіви кукурудзи боронують двічі. Перше боронування проводять посівними легкими або іншими боровами на глибину не більше 2-3 см за 3-4 дні до появи сходів кукурудзи, знищуючи понад 50% бур'янів; друге – після появи сходів у фазі 2-3 або 3-4 листків, яке знищує до 45% бур'янів. Боронують у післяобідню пору, коли тургор рослин падає і вони не ламаються боровами. Триразове боронування дає змогу зменшити забур'яненість посівів на 91-95 %.

Поля картоплі вперше боронують не пізніше як через 5-7 днів після садіння, а наступні боронування здійснюють з інтервалом 6-7 днів. Двома післяпосадочними та одним післясходовим боронуваннями знищують майже 80% бур'янів, завдяки чому врожай картоплі збільшується на 18-24 %.

При гребеновому садінні картоплі ранній догляд за її посівами передбачає проведення двох розпушувань на глибину 14-18 см і двох культивувань у поєднанні з боронуванням сітчастими або легкими посівними боровами. Наступні міжрядні обробітки – культивування і 1-2 підгортання – дають змогу підтримувати посіви картоплі практично чистими від бур'янів.

Боронування посівів соняшнику, цукрових буряків та інших культур, насіння яких загортають мілко, треба проводити дуже обережно. Досходове боронування посівів буряків проводять тоді, коли довжина проростків становить не більше 1 см, а після сходів – у фазі вилочки. Для цього використовують сітчасті й легкі зубові борони, а для знищення кірки – ротаційні мотики. Щоб не пошкодити сходи, боронування проводять на малій швидкості.

Ще ефективніше знищують бур'яни міжрядним обробітком: розпушуванням ґрунту та підгортанням рослин (табл. 44).

Таблиця 44 – Ефективність підгортання рослин кукурудзи на силос, ц/га
(дані кафедри землеробства Львівського ДАУ)

Варіант досліду	Роки					Середнє за 5 років
	1990	1991	1992	1993	1994	
Два міжрядних обробітки (фон)	524	526	360	340	728	496
Фон+гербіциди	557	565	377	337	757	519
Фон+підгортання	552	542	372	337	749	510

Фітоценотичні заходи передбачають використання двох важливих компонентів – культурних сіяних рослин і бур'янів. Культурні

рослини представлені, як правило, одним видом, зрідка – сумішшю 2-4 видів (вики з вівсом, вики з вівсом і райграсом, конюшини з люцерною і тимофіївкою).

Провідне значення у продуктивності агрофітоценозу (спільності) мають культурні рослини, які формують внутрішнє середовище посіву, під покривом якого багато бур'янів можуть сильно пригнічуватись і навіть загинути. Між культурними рослинами і бур'янами агрофітоценозу та його окремими видами формуються і встановлюються прямі або опосередковані взаємозв'язки. Прямий, або контактний, вплив виявляється у вигляді паразитизму й напівпаразитизму.

Біологічне пригнічення. На взаємозв'язках у агрофітоценозі ґрунтуються заходи боротьби з бур'янами методом біологічного пригнічення.

За здатністю пригнічувати бур'яни сільськогосподарські культури при цьому можна поділити на три групи. До першої групи належать такі висококонкурентні, порівняно з бур'янами, рослини, як озиме жито, озима пшениця, озимий ячмінь, тритикале, ріпак, коноплі, топінамбур, багаторічні трави. До другої групи належать середньоконкурентні культури: ярий ячмінь, овес, їх суміші, гірчиця біла, соняшник, кукурудза, тютюн, капуста, люпин. Третю групу утворюють слабкоконкурентні рослини, такі, як яра пшениця, зернобобові, картопля, цукрові буряки, льон.

Сівозміна – надзвичайно важливий і простий спосіб запобігання засміченню полів насінням бур'янів та забур'яненню посівів. Його основу становить науково обґрунтоване чергування культур. Насичення сівозміни проміжними культурами посилює очищення ґрунту від насіння бур'янів. Значно знижується засміченість орного шару ґрунту насінням бур'янів при введенні проміжних посівів озимого ріпаку, озимого жита, люпину, вики, сумішки з вівса, гірчиці білої та ін.

Отже, раціональним чергуванням основних і проміжних культур та врахуванням конкурентоспроможності культур можна сформуувати посіви, порівняно чисті від бур'янів.

Агротехніка сівби і удобрення. Рівень забур'яненості посівів залежить від густоти стеблостою культури. Зменшення норми висіву насіння порівняно з оптимальною призводить до зрідження сходів, підвищеної забур'яненості посівів. Так само глибше або мілкіше загортання насіння в ґрунт, висівання його раніше або пізніше за оптимальні строки призводять до зрідження сходів рослин і утворення сприятливих умов для забур'яненості посівів.

Часто внесення добрив сприяє росту і плодоношенню бур'янів. Групування бур'янів за реакцією на удобрення дає змогу так планувати використання добрив, щоб уникати забур'яненості полів або передбачити її і завчасно вживати заходів щодо повнішого знищення бур'янів.

Істотно зменшується кількість бур'янів при вапнуванні, однак у 1,5-2 рази збільшується їх флористичний склад, що посилює небезпеку забур'янення посівів. Тому треба знати реакцію різних бур'янів на вапнування ґрунту.

Слід зазначити, що реакція ґрунту і вміст у ньому елементів мінерального живлення в доступній для рослин формі можуть змінюватись із зміною інших ґрунтових умов життя рослин (теплота, повітря, вода). Тому можуть змінюватись кількість та видовий склад бур'янів у посівах залежно від сукупного впливу умов середовища.

Біологічні заходи. До них належать знищення або пригнічення бур'янів за допомогою різних організмів, для яких рослина є джерелом живлення. Такими організмами можуть бути віруси, бактерії, гриби, нематоди, комахи тощо. Використовують переважно комах і нематод.

Недоліком біологічних заходів боротьби з бур'янами є їх вузька вибіркова дія. До того ж завезення патогенних організмів може бути небезпечним для інших корисних видів природних і культурних рослин. Обмежують проведення біологічних заходів боротьби з бур'янами також неконтрольоване розмноження і застосування на обмеженій площі патогенних організмів.

Хімічні заходи боротьби з бур'янами. Хімічні речовини, які знищують бур'яни, називаються гербіцидами (від лат. герба – трава і цедо – вбивати). За дією на рослини гербіциди поділяють на дві основні групи: суцільні, що згубно впливають на рослини всіх видів, і вибіркові (селективні), які є токсичними для рослин одних видів і безпечними для інших. Однією із причин вибіркової дії гербіцидів є різна морфологічна та анатомічна будова одно- і двосім'ядольних рослин. Листя злаків в односім'ядольних розміщене так, що розчин гербіциду стікає по їх поверхні, а той, що затримується, погано проникає крізь щільний воскоподібний шар кутикули. Листя двосім'ядольних рослин має широкі пластинки, розміщені майже горизонтально, тому краще змочується розчином гербіциду і довго його утримує. До того

ж точка росту в них, на відміну від злаків, відкрита і легко пошкоджується гербіцидами. Причому, у багатьох видів рослин вибірковість зумовлена біохімічними причинами, зокрема метаболізмом проникнення гербіцидів у тканини рослин.

До гербіцидів широкої вибіркової дії проти двосім'ядольних бур'янів належать гербіциди групи 2,4-Д: амінна сіль, ефіри групи 2М-4Х, 2М-4ХМ, 2М-4ХП, діален та ін.

Протизлаковими гербіцидами широкої вибіркової дії є дихлоральсечовина (ДХС), трихлорацетат натрію (ТХА), ептам, тилам, ерадикан.

Гербіциди вузької вибіркової дії знищують багато бур'янів одного роду культурних рослин. Наприклад, триалат знищує вівсюг у посівах ячменю. Обприскування ґрунту перед сівбою кукурудзи агелоном (2-3 кг/га), атразином (1,5-4 кг/га) або лінуроном (2-3 кг/га) знищує однорічні одно- та двосім'ядольні бур'яни. Одно- і двосім'ядольні бур'яни на посівах гороху знищують обприскуванням ґрунту після сівби гороху прометрином (1,5-2,5 кг/га).

За способом проникнення в рослину розрізняють гербіциди контактні, що уражують органи рослин, на які потрапляє препарат; системні, здатні пересуватися по судинній системі, уражуючи всю рослину, а також ті, що діють на кореневу систему і насіння, знищуючи коріння та проростки бур'янів.

До гербіцидів контактної дії (місцевої, демонали) належать динітроортокрезол (ДНОК), до системної – далапон, 2,4-Д-амінна сіль, 2М-4Х, бетанал, ковбой тощо.

Слід зазначити, що при застосуванні одного виду гербіциду протягом тривалого часу у бур'янів знижується чутливість до препарату. Щоб не допустити поширення стійких проти гербіциду бур'янів, слід використати гербіциди з широкою вибірковою здатністю, а також їх суміші, змінювати їх по роках. До того ж необхідно пам'ятати, що список гербіцидів, дозволених для застосування, щороку уточнюється.

Екологічні заходи створюють несприятливі умови для бур'янів і сприятливі – для культурних рослин. Досягають цього зміною аерації, вологості, температури за допомогою спеціальних заходів обробітку, осушення та зрошення. Завдяки цьому підвищується біологічна активність ґрунту, вміст у ньому елементів живлення. Наприклад, на перезволожених землях ростуть бур'яни, стійкі проти перезволоження. Після осушення умови стають несприятливими для них через не-

стачу вологи і зміну будови ґрунту. На осушених ґрунтах водно-повітряний режим сприятливий для культурних рослин, а бур'яни, пристосовані до перезволоження (щавель, осока), вироджуються і замінюються звичайними польовими.

Зміна реакції, водно-повітряного режиму, будови, режиму живлення ґрунту призводить до зміни інших умов життя рослин (повітря, вода, теплота тощо). Тому можлива зміна кількості і видового складу бур'янів у посівах залежно від сукупного впливу умов середовища, у якому вони живуть.

Комплексні заходи. Дослідженням і виробничою практикою доведено, що окремі заходи боротьби з бур'янами менш ефективні, ніж комплексне їх застосування. У практиці часто поєднують механічні, фітоценологічні та хімічні заходи боротьби з бур'янами.

Механічне знищення бур'янів з наступним біологічним пригніченням широко застосовують при вирощуванні просапних культур. Посіви соняшнику за чистотою при цьому наближаються до чистого пару.

Механічне знищення бур'янів у поєднанні з хімічним широко використовують у практиці, завдяки чому підвищується ефективність мінімального обробітку ґрунту. Забур'яненість ячменю знижується у 2-3 рази, зменшується кількість насіння бур'янів у ґрунті.

Поєднання механічних, хімічних і біологічних заходів у технології вирощування культур забезпечує повніше знищення бур'янів, оскільки їх вплив на бур'яни продовжується протягом декількох років і навіть протягом цілої ротації чергування культур у сівозміні.

Вплив сівозміни посилюється при застосуванні добрив, розрахованих на заплановану врожайність, і вапнуванні ґрунтів з кислою реакцією.

Комплексні заходи боротьби з бур'янами розробляють одночасно з проектуванням сівозмін і технології вирощування сільськогосподарських культур.

У зв'язку з екологічними проблемами, необхідністю економії енергоресурсів та одержання продуктів високої якості все більше значення набувають агробіологічні методи боротьби з бур'янами. Проте, незважаючи на важливість і майбутню перспективність біологічного методу боротьби з бур'янами, агротехнічні методи їх пригнічення мають найбільший практичний інтерес.

Очевидно, у перспективі стратегія і тактика знищення бур'янів ґрунтуватимуться саме на цих методах. Головне значення серед них

матиме передусім основний обробіток ґрунту в сівозмiнах. Досi залишається дискусiйним питання про вплив на забур'яненiсть посiвiв оранки i плоскорiзного розпушування, рiзних способiв мiнiмального обробiтку, аж до прямого висiвання. Багато дослiдникiв вважають, що при замiнi оранки поверхневим або плоскорiзним обробiтком забур'яненiсть посiвiв значно зростає, iншi, навпаки, пiдкреслюють переваги такого обробiтку в боротьбi з бур'янами.

Вважається, що полицева оранка меншою мiрою знижує запаси насiння бур'янiв, порiвняно з безполицевою. На основi узагальнень багаторiчного експериментального матерiалу 94 наукових установ був зроблений висновок, що у всiх екологiчних умовах ґрунтозахиснi технологiї обробiтку ґрунту iз застосуванням плоскорiзного i поверхневого способiв розпушування зумовлюють збiльшення забур'яненостi посiвiв сiльськогосподарських культур i змiну ботанiчного складу бур'янiв. Серед них збiльшується кiлькiсть озимих, зимуючих злакових, багаторiчних коренепаросткових i кореневищних бур'янiв. Тому потрiбно застосовувати безпечнi для навколишнього середовища ефективнi гербициди (Ванин Д.Е. и др., 1985).

Проведено багато дослiджень, у яких ґрунтозахиснi технологiї були добре вiдпрацьованi з урахуванням зональностi i необхiдностi знищення бур'янiв.

Полiсся. Найбiльшi труднощi в боротьбi з бур'янами характернi для нечорноземної зони України, що пояснюється специфiкою ґрунтово-клiматичних умов, вирощування культур i бур'янiв. У Захiдному Полiссi на дерново-пiдзолистих глинисто-пiщаних ґрунтах Волинської обласної сiльськогосподарської дослiдної станцiї (Фоменко Л.Д., Науменко М.Ф., 1986) максимальна кiлькiсть однорiчних бур'янiв була на початку ротацiї у полях картоплi при безполицевому, фрезерному i поверхневому обробiтках, а мiнiмальна – при оранцi. В останньому полi сiвозмини загальна кiлькiсть бур'янiв на посiвах озимого жита, порiвняно з вихiдними даними, зменшилася в 4-5 разiв пiсля всiх способiв обробiтку, i тiльки пiсля поверхневого спостерiгалася бiльша забур'яненiсть, нiж на контролi.

Засмiченiсть орного шару ґрунту насiнням бур'янiв при плоскорiзному розпушуванні була вищою, нiж пiсля звичайної оранки, проте у верхньому (0-10 см) шарi ґрунту, з якого проростає основна маса насiння бур'янiв, запаси насiння їх при двох способах обробiтку були однаковими.

У пiвденнiй частинi правобережного Полiсся на дерново-пiдзолистих супiщаних ґрунтах (Чернилевський Н.С., 1986) на фонi застосування гербицидiв кiлькiсть бур'янiв дещо збiльшувалася при плоскорiзному обробiтку i дискуванні, особливо на посiвах кормового люпину, льону-довгунця i ячменю (табл. 45).

Таблиця 45 – Забур'яненiсть посiвiв залежно вiд способiв зяблевого обробiтку ґрунту, шт./м²

Зяблевий обробіток ґрунту	Люпин на зелену масу	Озиме жито	Картопля	Ячмінь + конюшина	Конюшина	Озима пшениця	Льон-довгунець	Кукурудза на силос	Озима пшениця
Оранка	134	12	8	98	11	130	58	4	16
Плоскорізнний	140	10	6	104	8	133	64	5	14
Дискування	142	16	7	93	13	147	72	3	18

Плоскорізнний обробіток i дискування сприяли деякому зростанню забур'яненостi пiзними ярими бур'янами (куряче просо та iн.), особливо на посiвах льону i ячменю у вологi роки.

За даними Інституту сiльського господарства Полiсся УААН, на вiдмiну вiд традицiйної точки зору, ґрунтозахиснi технологiї вирощування сiльськогосподарських культур на основi плоскорiзного обробiтку ґрунту рiзко знижують потенцiйну забур'яненiсть, оскiльки насiння бур'янiв нижньої частини орного шару залишається на глибинi 15-20 см. Доведено, що в першi один-два роки по безполицевому обробiтку спостерiгається деяке збiльшення забур'яненостi посiвiв. На 3-4-й рiк при додержаннi технологiї на плоскорiзному фонi бур'янiв стає менше.

Пiд деякi культури в сiвозмині ґрунт необхiдно готувати за типом напiвпару. Плоскорізнний напiвпар дає змогу ефективнiше вести боротьбу з бур'янами у першій же рiк його застосування (Стрельченко В.П., Орлянський О.О., 1986).

Отже, у зонi Полiсся на дерново-пiдзолистих ґрунтах у льонокартопляних сiвозмiнах можна успiшно вести боротьбу з бур'янами в системi безполицевого обробiтку.

Лiсостеп. Тут гостро стоїть питання боротьби з бур'янами в iнтенсивних зернопросапних сiвозмiнах. Дослiдженнями Інституту цукро-

вих бур'яків УААН (Зубенко В.Ф. та ін., 1987) доведено, що в перші роки застосування поверхневого і плоскорізного обробітків у сівозмінах забур'яненість посівів озимої пшениці була дещо меншою, ніж після оранки. Проте, в подальшому при плоскорізному обробітку забур'яненість посівів зростала. Це пояснюється тим, що при такому обробітку насіння бур'янів нагромаджується у верхньому шарі ґрунту, де воно інтенсивніше проростає. Очевидно, найефективнішим заходом боротьби з бур'янами є триярсна оранка, після якої забур'яненість була в 2-3,4 рази меншою, ніж при традиційній оранці.

Проте, найефективнішим у боротьбі з бур'янами виявився комбінований обробіток – глибока ярусна оранка під цукрові бур'яки на фоні плоскорізного обробітку під інші культури сівозміни. Забур'яненість полів при цьому знизилася удвічі, порівняно із щорічною оранкою (Зубенко В.Ф. та ін., 1986). У західному Ліссостепу на темно-сірих опідзолених легкосуглинкових ґрунтах (досліди кафедри землеробства Львівського ДАУ, Томашівський З.М., Бомба М.Я., Ковальчук Ю.О., 1992) найкращий перерозподіл валового запасу насіння бур'янів в орному шарі ґрунту і найбільше зниження рівня його забур'яненості спостерігалось при поєднанні двоярусної оранки під цукрові бур'яки на глибину 30-32 см з наступними мілкими обробітками під інші культури сівозміни.

У системі агротехнічних заходів боротьби з бур'янами основою є правильна сівозміна, оскільки перенасичення її повторними посівами зернових є однією з причин зростання забур'яненості цукрових бур'яків.

Для зони достатнього зволоження на полях з великою кількістю однорічних бур'янів ефективний напівпаровий зяблевий обробіток ґрунту: дискове лушення стерні у два сліди відразу після збирання попередника, глибока оранка плугом з передплужниками в першій половині серпня в агрегаті з котками і боронами, одне-два боронування і культивуація, залежно від інтенсивності опадів та проростання насіння бур'янів і безпліщеве розпушування на глибину 16-20 см пізно восени.

Для зони нестійкого і недостатнього зволоження центрального і південного Ліссостепу, особливо на полях, засмічених багаторічними бур'янами (осот, пирій повзучий), найбільш ефективний поліпшений спосіб зяблевого обробітку ґрунту, який передбачає дворазове лушення стерні: дискове на глибину 6-8 см, яке проводять відразу після

збирання попередника, і через два тижні – лемішне на глибину 10-12 см, яке здійснюють в агрегаті з важкою бороною або котками в суху погоду. У разі повторного проростання багаторічних бур'янів проводять одне-два дискування або культивуацію з боронуванням. Орють на глибину 30-32 см плугами з передплужниками або двох'ярусними плугами ПЯ-3-35 в кінці вересня – першій декаді жовтня. У всіх зонах бур'якосіяння ці два способи практично рівнозначні, проте в засушливих умовах літньо-осіннього періоду перевагу має поліпшений спосіб, а при сприятливому зволоженні – напівпаровий обробіток. Глибока оранка ярусним плугом ПЯ-3-35 за рахунок піднімання на поверхню нижніх, менш забур'янених шарів ґрунту в середньому в 30 дослідках знижувала забур'яненість посівів на 37 % з коливаннями по окремих зонах від 7 до 52 %.

У лівобережному Ліссостепу (Інститут селекції, генетики і рослинництва ім. В.Я. Юр'єва) у сівозміні вивчали глибоку й мілку оранку, плоскорізний обробіток, а також комбінований з поєднанням мілких обробітків під озиму пшеницю і ячмінь та глибокої оранки під просапні. Дослідами доведено, що на початку вегетації цукрових бур'яків кількість бур'янів при всіх способах обробітку була приблизно однаковою. У подальшому виявлено диференціацію за рівнем забур'яненості – при плоскорізному обробітку бур'янів було більше, ніж після оранки і комбінованого обробітку. До кінця вегетації бур'яків по оранці бур'янів було 9,2 шт/м², при глибокому плоскорізному обробітку – 16,2, при мілкому плоскорізному обробітку – 18,7 шт/м². За комбінованої системи кількість бур'янів до збирання врожаю зменшувалась до 6,4-8,9 шт/м².

Отже, за даними багатьох наукових установ, після систематичного проведення безпліщєвого обробітку забур'яненість посівів була більшою, ніж після оранки або комбінованого обробітку.

Степ. Специфіка боротьби з бур'янами тут полягає в жорстких умовах зволоження. Наприклад, у степовому Криму при багаторічному плоскорізному обробітку у верхньому 0-5-сантиметровому шарі ґрунту концентрується 55,2% всього запасу насіння бур'янів. Після пліщєвої оранки його міститься тут тільки 11,1 %, і воно рівномірно розподіляється по всьому оброблюваному шару ґрунту. Розміщення більшості насіння бур'янів у верхньому шарі ґрунту при систематичному плоскорізному обробітку призводило до проростання більшої кількості його, ніж при

оранці, після якої сходи бур'янів пізніше знищувалися передпосівним обробітком. Проте, в цьому разі забур'яненість посівів сояшнику протягом вегетації, а ярого ячменю – в період виходу в трубку була значно вищою, ніж при оранці (Яровенко В.В., Крайнюк М.С., 1985).

В умовах Луганської області в період догляду за паром на фоні безполіцевого обробітку в чорному парі було знищено в 3-3,5% рази більше бур'янів, ніж при оранці. Збільшення забур'яненості чорного парі при плоскорізному обробітку О.В.Фісюнов (1980) вважав позитивним явищем, оскільки це сприяло знищенню більшої кількості бур'янів у допосівний період.

Застосування агротехнічних і хімічних заходів боротьби при догляді за просапними дало змогу зменшити забур'яненість посівів відповідно в 1,9-2,2 і 1,1-1,2 рази. За даними Інституту зернового господарства УААН, для забезпечення чистоти посівів, особливо просапних культур, доцільно проводити в сівозміні періодичну глибоку поліцеву оранку (Круть В.М. і др., 1985).

У чому ж полягають суперечності між експериментальними даними польових дослідів, у яких забур'яненість посівів при безплужних обробітках, як правило, збільшувалася, і практикою Полтавської області (Шикула Н.К., 1988), де боротьба з бур'янами ведеться шляхом застосування знарядь безполіцевого типу? На думку більшості дослідників, у польових дослідах, де розмір ділянок рідко перевищує 200 м², забур'яненість посівів вища через те, що в цих умовах неможливо обробляти ґрунт за допомогою комбінованих агрегатів. Крім того, у дослідах не завжди застосовують напівпаровий обробіток. Тому порушується комплекtnість заходів безплужного обробітку ґрунту, внаслідок чого знижується його ефективність.

Отже, боротьба з бур'янами за допомогою агротехнічних заходів може бути успішною за системи як поліцевого основного обробітку ґрунту, наприклад, під цукрові буряки (Матушкин С.И., Новиков Л.С., 1985), так і безплужного (Моргун Ф.Т., Шикула Н.К., 1984; Шикула Н.К., 1987). Однак, при цьому слід додержуватись комплексності і взаємодоповнюваності всіх технологічних операцій.

Досить часто у практиці трапляються ситуації, коли через різні несприятливі обставини механічні заходи боротьби з бур'янами не дають позитивного результату. Тоді виникає потреба швидкого і правильного застосування гербіцидів.

У ґрунтозахисному землеробстві, в якому віддається перевага обробітку ґрунту без обертання пласта, післязнівної рештки, особливо якщо їх багато, перешкоджають рівномірному доступу гербіцидів до ґрунту і знижують їх ефективність. Тому в програмах захисту рослин від бур'янів більше уваги приділяють внесенню контактних гербіцидів по сходах, а в ґрунт – добре розчинних у воді, які легко змиваються з рослинних решток навіть невеликим дощем і швидше досягають поверхні ґрунту.

Активність триазинових гербіцидів (атразин, симазин, агелон, прометрин) вища на еродованих землях і менша – на повнопрофільних, де завдяки вищому вмісту гумусу помітно зростає адсорбція препарату, і він поступово переходить у ґрунтовий розчин.

На еродованих землях краще використовувати гранульовані препарати й ті, що швидко розкладаються. Це знижує ймовірність їх знесення на сусідні ділянки. Ґрунтові гербіциди краще вносити, загортаючи їх у фізично стиглий ґрунт.

Ефективність гербіцидів залежить і від реакції ґрунтового розчину. Так, на нейтральних і лужних ґрунтах прометрин і атразин набагато ефективніші, ніж на кислих, де значно швидше деградують.

При обробці гербіцидами вегетуючих рослин слід враховувати й те, що бур'яни на південних схилах більшою мірою покриті восковим нальотом і волосками, які перешкоджають проникненню гербіцидів у фотосинтетичний апарат. Тривалість контакту крапель розчину гербіциду на листовій поверхні бур'янів південних експозицій менша, ніж північних. Тому дози гербіцидів при застосуванні їх по вегетуючих бур'янах на південних схилах, а також витрати води мають бути вищими, ніж на північних, а вносити їх доцільно вранці або ввечері.

Оскільки гербіциди та їх метаболіти можуть негативно впливати на зовнішнє середовище і людину, застосування їх має бути екологічно й економічно виправданим. Щоб залишки застосованих гербіцидів у ґрунті й на рослинах були якомога меншими, добирають менш токсичні препарати і чергують використання їх у системі боротьби з бур'янами в сівозміні, застосовують стрічкове внесення препаратів на посівах просапних культур, зменшують дози, вдаючись до локальних способів боротьби з багаторічними бур'янами.

Зменшенню кількості використовуваних гербіцидів значною мірою сприяє дотримання оптимальних строків проведення окремих

агротехнічних заходів. Якщо, наприклад, досходовим боронуванням просапних культур у фазі білої ниточки бур'янів знищується 90-95% їх, то у фазі 1-2 листочків – вже 55-65%, а 3-5 справжніх листків – лише 15-25 %.

Зменшенню застосування гербіцидів сприяє також використання чистого від насіння бур'янів гною. Нормальним за чистотою для застосування в ґрунтозахисному землеробстві вважається гній, у якому в 1 т міститься менш як 100 тис. насінин бур'янів. До такого стану його можна довести, зберігаючи тільки гарячим способом протягом 3-4 місяців у весняно-літній період і 5-6 місяців – в осінньо-зимовий.

Можна значно зменшити використання хімічних засобів, визначивши ступінь засміченості поля. Для цього досить надійним є метод лабораторно-польового пророщування насіння бур'янів.

Внесення гербіцидів у всіх випадках може бути економічно доцільним лише тоді, коли кількість бур'янів у посівах більша за поріг економічної їх шкідливості в 2-3 рази (Баздырев Г.И., 1990).

2.2.8. Захист сільськогосподарських культур від збудників хвороб і шкідників

Шкідники і хвороби загрожують сільськогосподарським культурам протягом усього періоду їх росту і розвитку. Ґрунт є життєвим середовищем різних видів комах, кліщів, напівсапрофітних грибів, які пошкоджують висіяне насіння або спричиняють його пліснявіння. Сходи рослин рано навесні приваблюють багато шкідників, які шукають джерело живлення на даному полі після перезимівлі або мігрують сюди з інших осередків. Ураження молодих посівів збудниками хвороб призводить до їх зрідження. У міру росту рослин з'являються нові види шкідників та поширюються нові хвороби.

Підземну частину рослин пошкоджують дротяники, личинки хрущів, кореневі попелиці, нематоди, збудники кореневих гнилей. Шкідники надземних органів рослин поділяються на дві екологічні групи: 1) види, що живляться, перебуваючи на поверхні листків і стебел; 2) ті, яким властивий прихований спосіб життя – усередині стебел або листових мінах (ходах під епідермісом). Паразитні гриби і бактерії, заражаючи рослини, спричиняють небезпечні хвороби, що зменшують асиміляцію, пригнічують ріст, як, наприклад, різноманітну плямистість листків і стебел. Дуже небезпечними є шкідники і збудники

хвороб, які пошкоджують генеративні органи і насіння. Отже, для ефективного запобігання втратам продукції потрібно здійснювати планове управління агроценозом.

Для захисту рослин від шкідників і хвороб розробляють систему заходів. Ефективність різних заходів та їх роль у комплексній системі в часом істотно змінюються.

Сучасні способи і засоби захисту рослин групують у такі методи:

агротехнічний – використання агрозаходів, спрямованих на підвищення продуктивності рослин, як фактора, що змінює умови життя шкідливих організмів;

імунологічний – виведення та впровадження у виробництво стійких проти хвороб і шкідників сортів сільськогосподарських культур;

хімічний – застосування отруйних для шкідників і збудників хвороб рослин речовин, які, потрапляючи різними шляхами в організм цих шкідливих об'єктів, викликають їх загибель;

біологічний – використання паразитичних або хижих тварин (комах, кліщів, птахів), а також мікроорганізмів, які є збудниками хвороб комах, з метою обмеження розмноження шкідників.

Нині основними є агротехнічні заходи, які обмежують поширення шкідливих організмів і забезпечують найвищу продуктивність сільськогосподарських культур. Найважливіші з них – це вирощування сільськогосподарських культур у сівозміні, обробіток, удобрення, зрошення ґрунту, підготовка насіння до сівби, додержання строків сівби.

Науковим принципом організації оптимальної сівозміни є розмежування у просторі і часі культур, споріднених за живильними властивостями для шкідливих організмів. Додержання його дає змогу обмежити поширення багатьох, переважно спеціалізованих видів шкідників, а також збудників хвороб рослин. Має значення не лише вибір попередника, а й час, протягом якого необхідно уникати повернення культури на те ж саме поле. Залежно від особливостей життєвого циклу шкідливих організмів, цей час становить для зернових колосових культур 1-2, цукрових буряків – 4 роки, соняшнику – 8 років. Виходячи з цього, найефективнішими є сівозміни полікультурного типу з довгою ротацією.

Основне завдання обробітку ґрунту – це знищення бур'янів, підготовка поля до сівби, регулювання водного режиму, збереження і нагромадження вологи у ґрунті, відтворення родючості ґрунтів.

Негативно впливають на розвиток шкідників і хвороб такі види обробітку ґрунту, як лущення стерні, оранка на зяб, культивуація міжрядь просапних культур. Важливе значення має і глибоке загортання післязбиральних решток рослин, які є джерелом зберігання і поширення навесні паразитних мікроорганізмів, а також місцем перезимівлі деяких шкідників.

Певне значення для підвищення стійкості сільськогосподарських культур проти хвороб має внесення мінеральних добрив, збалансованих за фосфором і калієм. Не збалансовані за цими елементами дози азоту можуть значно знизити стійкість сільськогосподарських культур проти хвороб. Істотну роль в обмеженні розвитку деяких хвороб відіграють мікродобрива. Так, внесення бору ефективно для захисту цукрових буряків від гнилі сердечка. Позакореневе підживлення рослин солями цинку, марганцю, бору та інших мікроелементів сприяє підвищенню стійкості деяких культур проти неінфекційних, вірусних та грибкових хвороб.

Передпосівна підготовка насіння має велике фітосанітарне значення. Обмежують поширення шкідливих організмів очищення і видалення плюсколого, малого за розмірами і подрібненого насіння, яким передаються збудники багатьох небезпечних хвороб і деякі шкідники.

Важливим заходом є також зрошення посівів у посушливих умовах при дотриманні оптимального поливного режиму, що забезпечує сталі врожаї. Разом з тим підвищення вологості приземного шару повітря і верхнього шару ґрунту при цьому сприяє поширенню гідрофільних шкідників і створює кращі умови для розвитку багатьох хвороб, що слід враховувати при плануванні заходів захисту рослин.

Дотримання оптимальних строків сівби є важливим для формування майбутньої продуктивності та підвищення стійкості посівів проти хвороб і деяких шкідників. Однак, обмежити розмноження багатьох видів комах, життєвий цикл яких пристосований до певних фенологічних фаз розвитку рослин, можна, порушивши синхронізацію у розвитку фітофагів та культурних рослин. Цього досягають вибором строку сівби. Для ярих кращими є ранні, а для озимих культур – пізніші строки сівби. Одним із найбільш радикальних і екологічно безпечних напрямів захисту рослин від хвороб і шкідників є виведення і впровадження у практику стійких сортів та гібридів сільськогос-

подарських культур. Це дає змогу зменшити кількість застосовуваних хімічних засобів, витрати на пестициди, і, що найважливіше – усунути небезпеку забруднення навколишнього природного середовища та урожаю токсичними речовинами. Стійкість сортів забезпечується двома основними видами імунітету: особливостями будови рослинного організму (морфологічна стійкість) та його біохімічним складом (фізіологічна стійкість). У сортів з морфологічним імунітетом стійкість зберігається стабільно, а до існування сортів, фізіологічно імунних на час їх відбору, збудники хвороб і комахи швидко пристосовуються внаслідок формування більш агресивних рас і біотипів. Тому селекція сільськогосподарських рослин на імунітет та періодичне оновлення їх сортового складу мають бути безперервними процесами, які є важливою ланкою оптимізації захисту рослин.

При хімічному методі захисту рослин використовують пестициди (хімічні засоби захисту рослин), які залежно від призначення поділяються на інсектициди (проти комах), акарициди (проти кліщів), інсектоакарициди (одночасно проти комах і кліщів), фунгіциди (проти грибних хвороб), гербіциди (проти бур'янів), нематоциди (проти фітогельмінтів), родентициди (проти гризунів). Для застосування у сільськогосподарському виробництві виготовляють такі препаратні форми пестицидів:

– змочувані порошки, що становлять механічну суміш пестициду і нейтрального наповнювача (переважно каоліну) з додаванням поверхнево-активних речовин (ПАР) ОП-7, ОП-10, ССБ та ін. При розведенні у воді ці порошки утворюють стабільні суспензії. Випускають також заводські водні концентрати суспензії (к.с.);

– концентрати емульсії – це суміш розчину технічного продукту пестициду в органічному розчиннику з емульгатором. При виготовленні робочої рідини із заводського препарату його розводять водою до одержання водної емульсії потрібної концентрації;

– водні розчини – технічні продукти деяких пестицидів, наприклад, 2М-4Х, реглон та інші, які добре розчиняються у воді, тому випускаються у формі концентрованого розчину, який розводиться водою подібно до концентрату емульсії;

– гранульовані пестициди – препарати у вигляді гранул розміром 1-4 мм. Складаються із суміші пестициду й наповнювачів (суперфосфату, комплексних мінеральних добрив, бентоніту) і призначені для поверхневого розсіювання або внесення у ґрунт.

Пестициди проти шкідливих організмів застосовують такими способами:

протруювання насіння – переважно проти хвороб. Насіння цукрових буряків та кукурудзи обробляють пестицидами централізовано на насінневих заводах, інших культур – протруюють у господарствах, застосовуючи завчасну (за 1-2 місяці до сівби), передпосівну (за 5-20 днів) або припосівну (в день сівби) його обробку.

обприскування вегетуючих рослин – найпоширеніший спосіб застосування пестицидів. Залежно від норм витрати робочої рідини, обприскування може бути багатолітражним (300-500 л/га) або малолітражним чи малооб'ємним (25-50 л/га). Багатолітражне обприскування застосовують, коли необхідно щільно покрити (обмити) листову поверхню пестицидами. Здебільшого це роблять при захисті рослин від збудників хвороб, від шкідників. Посіви обробляють пестицидами за допомогою спеціальних наземних машин – причіпних чи інших обприскувачів, авіаційної апаратури, яку встановлюють на літаках та вертольотах.

поверхнєве розсівання гранульованих препаратів – проти деяких шкідників сходів сільськогосподарських культур.

внесення гранульованих препаратів у ґрунт суцільно або стрічково в рядки – проти ґрунтових шкідників (дротяники, личинки хрущів) і шкідників сходів.

отруйні принади – проти шкідливих гризунів. Для їх приготування використовують зерно або зелену масу рослин. Пестицид змішують із кормовим субстратом, додаючи соняшникову олію, розкладають у місцях виявлення шкідників або закладають в нори на полі.

біологічний метод захисту рослин використовує закономірності обмеження чисельності комах у природних умовах їх паразитами і хижаками (ентомофагами). Є три основні напрями його застосування: 1) здійснення заходів охорони і підвищення ефективності природних популяцій паразитів, хижаків та ентомопатогенних мікроорганізмів у знищенні шкідників, зокрема таких, як створення спеціальних цілинних ділянок – резервацій для нагромадження корисних організмів, внесення в агроєкосистеми додаткових кормових ресурсів для паразитів підсіванням нектароносних рослин; 2) випуск на поля ентомофагів, розмножених у лабораторних умовах (сезонна колонізація); 3) застосування біопрепаратів, виготовлених на основі культур патогенних мікроорганізмів.

З ентомофагів у рільництві використовують яйцепаразита трихограму проти озимої, листогризучої, бавовникової, капустияної совки, кукурудзяного та лучного метеликів, горохової плодожерки. Застосовують різні види трихограми. Це дрібні комахи (довжина тіла дорослих особин – 0,4-0,9 мм). Личинки й лялечки паразита розвиваються всередині яєць шкідників, переважно метеликів. У природних умовах життєвий цикл розвитку трихограми триває 10-12 діб.

У кожного виду трихограми формується вибірковість щодо жертви. Так, розрізняють совкову, вогнівкову, біланову раси. Совкова раса рекомендована проти озимої і капустияної совки на технічних і зернових культурах. Вогнівкову расу застосовують проти кукурудзяного і лучного метеликів.

Проти шкідників використовують біопрепарати, виготовлені на основі різних штамів бактерії *Bacillus thuringiensis Berl.* Проти колорадського жука (личинок) та гусениць лучного метелика, капустияної і бавовникової совки рекомендується бітоксубацилін (1,2-2 кг/га), а проти гусениць біланів, капустияної совки – лепідоцид (0,6-1 кг/га).

Система захисту рослин від шкідливих організмів у ґрунтозахисному землеробстві має бути основана на цілеспрямованій зміні інтенсивності дії біоценотичних зв'язків шкідливих організмів як у сівозміні, так і на полях вирощування культур. Посилення або послаблення їх значною мірою залежить від загального рівня культури землеробства, комплексу технологічних прийомів вирощування культур, розвитку рослин, кількості комах, збудників хвороб. Найбільший економічний ефект дають заходи, проведені в осередках шкідників і джерелах виникнення та поширення інфекції у найбільш уразливий період їх розвитку, а також своєчасне і якісне проведення фітосанітарних заходів на полі вирощування, що передують сівбі культур.

Ефективність агротехнічних заходів проти шкідників і збудників хвороб полягає в тому, що вони спричинюють загибель або істотно погіршують умови існування шкідливих організмів, а також сприяють вирощуванню рослин, здатних протистояти пошкодженню багатьма хворобами і шкідниками.

На поширення і розвиток шкідників та хвороб дуже впливають способи основного обробітку ґрунту. Під їх впливом формуються агрофізичні параметри оброблюваного шару ґрунту, активізується його

біологічне очищення від патогенів, створюються оптимальні умови для росту і розвитку рослин.

Обробіток ґрунту без перевертання пласта, із збереженням на його поверхні стерньових решток, а тим більше мульчі з побічної продукції призводить до того, що тут залишаються зимуючі стадії шкідників і хвороб. При заорюванні органічних решток вони здебільшого гинуть. Це пов'язано з тим, що в багатьох видів шкідливих організмів різко виражена пристосованість до зміни ґрунтових умов у дуже вузьких межах (вологості, температури, теплоємності). Ці зміни можуть вплинути на розвиток виду та його виживання (Сусідко П.І., Федько І.А., 1973).

Даних про вплив ґрунтозахисних технологій на кількість шкідників і ураженість рослин хворобами існує небагато. Деякі дослідники звертають увагу на збільшення кількості різних шкідників і збудників хвороб озимої пшениці при плоскорізному, а особливо при поверхневому способах обробітку ґрунту (Грабак Н.Х., 1979; Дунаевский О.Г., 1983; Евдокимов Н.Я., 1984).

Ентомологічні і фітопатологічні дослідження, проведені в стаціонарних дослідах у Полтавській і Київській областях, показали, що при додержанні ґрунтозахисних технологій безпflugного вирощування озимої пшениці, як правило, не спостерігалось збільшення кількості шкідників і хвороб (Моргун Ф.Т., Шикуча Н.К., 1984). Під час спостережень, проведених на чорноземах типових еродованих у стаціонарному досліді (Тарарико А.Г., Корчевой І.А., 1986), виявлено, що кількість основних шкідників озимої пшениці мало залежала від технології її вирощування. Через 8-9 років застосування оранки і плоскорізного обробітку не сталося істотних змін у кількості ґрунтових комах, помічена лише тенденція до збільшення кількості хижих жуличей при плоскорізному обробітку, що можна вважати позитивним ефектом (Торопкова Л.І., 1987). Разом з тим ураженість рослин озимої пшениці кореневими гнилями при безплугевих способах обробітку ґрунту була дещо вищою, ніж при оранці. Посилювалася вона при розміщенні озимої пшениці після стерньових попередників. При повторних посівах озимої пшениці і використанні всіх способів поверхневого обробітку спостерігалось значне збільшення ураженості рослин церкоспорозом (Буденний Ю.В., 1986). За даними Інституту цукрових буряків УААН, у Київській області найнижчою була захворюваність озимої пшениці кореневими гнилями після оранки. При посіві

озимих після озимих і плоскорізному розпушуванні ураженість цієї хворобою була в 1,3 рази вищою, ніж після оранки (Зубенко В.Ф., 1987). Це пояснюється тим, що при безплугевому обробітку інфекційної основи сажок і гнилей більше у верхньому шарі ґрунту (0-10 см), а після оранки, навпаки – на дні борозни і всередині орного шару (10-25 см). У цих умовах рослинні рештки з патогенною мікрофлорою під дією сапрофітних мікроорганізмів розкладаються інтенсивніше.

Ураженість посівів просапних культур, як показали дослідження Веселоподолянської дослідно-селекційної станції Інституту цукрових буряків УААН, при безплугевих способах основного обробітку ґрунту дещо збільшувалась, зокрема, сходів цукрових буряків коренеїдом. У сівозміні з чорним паром без добрив при плоскорізному обробітку ураженість сходів цукрових буряків коренеїдом була майже удвічі більшою, ніж у варіантах із звичайною оранкою, і становила відповідно на 5,3 і 2,9 % (Гончарук Г.С., 1986).

У багаторічних дослідах кафедри землеробства Львівського ДАУ на темно-сірих опідзолених ґрунтах виявлено зростання ураженості сходів цукрових буряків коренеїдом від застосування чизельної оранки (табл. 46).

Таблиця 46 – Залежність ураження сходів цукрових буряків коренеїдом від різних агрозаходів вирощування (середнє за 1989-1991 рр.)

Фактори досліду		Ураженість рослин, %	Розвиток хвороби, %
Обробіток ґрунту	Удобрення		
Звичайна оранка на глибину 30-32 см	органо-мінеральне	18,7	19
	органічне	20,9	22
Чизельна оранка на глибину 30-32 см	органо-мінеральне	29,9	25
	органічне	35,8	27
Ярусна оранка на глибину 30-32 см	органо-мінеральне	15,2	17
	органічне	16,8	18

Полицева, а особливо ярусна оранка, забезпечила зниження ураженості коренеїдом на 14,7-19,0 %, що майже вдвічі менше, ніж при чизельній оранці. При внесенні органічного добрива і разом з ним на 20 т/га вищих доз гною, збільшилась, особливо після чизельної оранки, ураженість сходів коренеїдом – на 1,5-5,9 %. Це пояснюється локалізацією органічних решток, гною, які є енергетичним матеріалом для збудників багатьох хвороб, у тому числі й коренеїда, у верхньому (0-10 см) шарі ґрунту (Томашівський З.М., Бомба М.Я., Ковальчук Ю.О., 1991).

Уражуватись хворобами при ґрунтозахисному обробітку більше можуть насіння і сходи. Цьому сприяють знижена температура і висока вологість ґрунту в період сівби-сходів, особливо на холодних затінених схилах. Підстрахувати цю слабку у фітосанітарному відношенні ланку інтенсивних ґрунтозахисних технологій можна доповісною обробкою насіння інсектофунгіцидами. Таке протруювання насіння запобігає його пліснявінню під час проростання, знезаражує від інфекційного начала корневих гнилей, фузаріозу, гелмінтоспороізу, сажкових та інших грибних хвороб. Цей метод добре відпрацьований і дає хороші результати в захисті цукрових буряків, озимої пшениці й кукурудзи. Передпосівна обробка насіння, наприклад, фосфаміном (2 кг/т) разом з гуматом натрію і РКД не тільки запобігає зрідженню сходів внаслідок пошкодження ґрунтовими шкідниками, а й захищає озимі від цикадок і наступного ураження посівів вірусними хворобами. Витрати пестицидів при цьому зменшуються в 5 разів, а токсичність препарату для шкідників практично не знижується (Писаренко В.М., Матюха М.О., 1989).

Впровадження ґрунтозахисного землеробства пов'язане з розширенням спеціалізованих сівозмін, у тому числі й беззмінних посівів кукурудзи в першій групі земель (схили крутизною 0-3°), де може накопичуватись інфекція летючої та пухирчастої сажок, корневих і стеблових гнилей. На третій і четвертий рік беззмінного вирощування цих культур ураженість збудниками хвороб зростає у 2-3 рази, а летючою сажкою – в 5-8 разів, порівняно з варіантом використання як попередника іншої культури (Сусідко П.І. та ін., 1987). Для поліпшення фітопатологічного стану доцільно ввести в сівозміну як переривник беззмінності і попередник кукурудзи овес або озиму пшеницю, а краще – горох. Ці культури мають здатність біологічно очищати ґрунт від інфекційної основи збудників летючої і пухирчастої сажок, корневих і стеблових гнилей, від личинок коваликів і чорнишів. Наприклад, кореневі виділення озимої пшениці можуть спровокувати проростання зачатків грибів-збудників, які перебувають у спокої, що призводить до їх загибелі, і отже – до очищення ґрунту від інфекції.

Осередки інфекції бурої листкової іржі, борошністої роси, корневих гнилей і сажки можна ліквідувати в сівозмінах з беззмінною культурою кукурудзи, періодично (через 2-3 роки) застосовуючи гли-

боку двох'ярусну оранку на зяб. Її ефективність особливо висока на прощуваних землях, де вона також стимулює процеси гуміфікації післязбиральних решток і синтез органічної речовини.

При розробці заходів зменшення кількості шкідників у сівозміні особливу увагу приділяють знищенню джерел вихідних запасів популяції і насамперед активно мігруючих видів, наприклад, лучного метелика, головною резервацією якого в сівозмінах є поля багаторічних трав другого і наступних років життя. Вплив технології основного обробітку ґрунту на ентомофауну слід розглядати інтегровано. Необхідно враховувати, по-перше, зміну екологічних умов у місцях заселення видів, життєвий цикл яких відбувається всередині полів сівозмін і на розвиток яких система обробітку впливає безпосередньо; по-друге, побічний вплив (через стан рослин) обробітку ґрунту на шкідників, що зимували за межами оброблюваних полів і мігрують на посіви уже в період розвитку рослин.

Найвищою у зменшенні кількості шкідників є ефективність основного обробітку при проведенні його на стадіях заляльковування фітофагів та закінчення відкладання яєць.

Серед заходів поліпшення фітосанітарного стану в ґрунтозахисній системі землеробства особливе значення має підготовка поля під озиму пшеницю після стерньових попередників, яка передбачає насамперед своєчасне і якісне збирання попередньої культури: скошування при низькому зрізі з одночасним подрібненням і вивезенням соломи з поля. Після збирання обов'язково проводять раннє лущення стерні або безполицеве мілке розпушування плоскорізом ОПТ-3-5 в агрегаті з приставкою ПВР-3,5. При цьому гине понад 20% жуків хлібної жужелиці, до 53 % – жука-кузьки, 85-91 % – гесенської мухи і пшеничного трипса (Сусідко П.І., Писаренко В.М., 1989).

Фітосанітарна ефективність протирозійного обробітку зростає при попередньому внесенні аміачної селітри (2 ц/га). При внесенні азотних добрив майже удвічі підвищується мікробіологічна активність ґрунту, що сприяє прискореному розкладанню рослинних решток, у результаті чого значна частина злакових трипсів і стеблових пильщиків втрачає сховища і навесні знищується ентомофагами поверхневого шару ґрунту.

Більшої стійкості рослин проти пошкодження при ґрунтозахисному обробітку досягають сівбою озимої пшениці в кінці оптимальних

строків сортами з широкою екологічною пластичністю та насінням, обробленим інсектицидами. Цим забезпечуються надійний захист сходів від шкідників при мінімальному негативному впливі інсектицидів на корисну фауну і навколишнє середовище. При внесенні у ґрунт з насінням 5 %-ного базудину або 5 %-ного волатону (50 кг/га) гине 88 % личинок хлібної жужелиці, а личинок хижої жужелиці – не більше 24 %.

На шкідників, які зимують за межами оброблюваних полів і мігрують на посіви вже під час їх розвитку (шкідлива черепашка, деякі види попелиць, п'явиці), обробіток ґрунту впливає не безпосередньо, а через стан рослин. Ці шкідники пошкоджують насамперед слабо-розвинені посіви на неудобрюваних і недостатньо зволжених полях.

У ґрунтозахисній системі землеробства одним із важливих елементів природного зменшення чисельності шкідників є створення флористичного різноманіття рослинного покриву, якого досягають смуговим розміщенням культур. Чергуванням культур, розміщених смугами впоперек схилів, через наявність більшої кількості культур на відносно невеликій площі створюються сприятливі екологічні умови для збільшення чисельності та підвищення активності корисних комах (табл. 47).

Таблиця 47 – Біоценотичний вплив смугового розміщення культур на схилах на кількість шкідників (середнє за 1976-1978 рр.)

Шкідники	Розміщення культур	
	звичайне	смугове
На посівах озимої пшениці		
Клоп-черепашка: пошкодження яєць, %	12,4	42,8
кількість личинок, шт. /м ²	2,4	0,5
Злакові попелиці: кількість на 100 рослин, шт.	2830	640
кількість ацидофагів на 100 рослин, шт.	3,2	8,0
Стеблові трачі: пошкодження личинок, %	12,0	21,6
На посівах кукурудзи		
Стебловий метелик: пошкодження яєць, %	17,6	39,4
пошкодження гусениць, %	14,6	32,4
пошкодження рослин, %	24,8	9,0
Ковалики і чорниці: кількість личинок, шт. /м ²	3,3	5,9

Так, яйця клопа-черепашки пошкоджувались яйцеїдом на посівах озимої пшениці при смуговому вирощуванні в 3,5 рази сильніше, ніж у польовій сівоzmіні, а личинок клопа-черепашки було в 4,8 рази ме-

нше. Вдвоє збільшується пошкодження паразитами личинок стеблових трачів, на 70 % зменшується кількість особин злакової попелиці (Сусідко П.І., Писаренко В.М., 1989).

Неоднакові умови для розвитку хвороб і шкідників внаслідок різного мікроклімату створюються і на схилах різної експозиції. Наприклад, посіви ярого ячменю п'явицею червоногрудою на південних схилах пошкоджувалися в 2-3 рази більше, ніж на північних, а гороховою плодожеркою, навпаки, більше на холодних північних і менше на теплих освітлених південних схилах.

Отже, оптимальним поєднанням в інтегрованій системі агротехнічних, імунологічних, біологічних, екологічних методів боротьби з шкідниками і збудниками хвороб та бур'янами у ґрунтозахисному землеробстві можна досягти високої продуктивності вирощуваних сільськогосподарських культур. І лише в крайніх випадках необхідно, керуючись принципами розумної доцільності, використовувати хімічний метод боротьби з бур'янами, хворобами і шкідниками рослин.

2.2.9. Система машин для захисту ґрунтів від ерозії і дефляції

Велике, а інколи й вирішальне значення для збереження ґрунту від водної і вітрової ерозії має протиерозійний його обробіток, який проводять з використанням комплексу сільськогосподарських машин і знарядь під час основного, передпосівного і міжрядного його обробітків.

Відповідно до ґрунтових відмін та кліматичних умов різних зон України, інтенсивності прояву і поширення ерозійних процесів, прийнятих відповідно до цього технологій та біологічних особливостей вирощуваних сільськогосподарських культур, передбачена система машин та знарядь для основної та передпосівної підготовки ґрунту і догляду за посівами.

Система машин і знарядь для ґрунтозахисного землеробства в нашій країні вже сформована. Вона охоплює знаряддя для основного безполицевого обробітку ґрунту, мілкого передпосівного обробітку комбінованими знаряддями, машини для сівби по мульчованій після-жнивними рештками поверхні ґрунту, а також машини і знаряддя, які входили в систему машин для безполицевого обробітку.

Для продуктивного і якісного використання ґрунтообробних протиерозійних знарядь вибір, регулювання та експлуатацію їх у кожно-

му конкретному випадку здійснюють відповідно до місцевих умов (грунтова відміна, агрофізичний стан ґрунту, ЕТГ земель та ін.).

До сформування цілісної системи використовувалася серійна техніка для виконання плоскорізного обробітку ґрунту на цілих землях. Проте, для нової системи обробітку ґрунту базовим стало поєднання обробітку ґрунту плоскорізами з обробкою важкими дисковими боронами, щілинорізами на землях схилів, а в зонах надмірного зволоження – глибокородзпущувачами. Такий обробіток доповнювався введенням на половині площ ріллі напівпарового обробітку звичайними паровими культиваторами. Для мульчування ґрунту після жнивними рештками виготовлені комбайни з подрібнювачами і вісками для соломи. Для подрібнення грубих післяжнивних решток (кукурудзи, соняшнику), загортання мульчі у верхній (0-6 см) шар ґрунту та органічних добрив (до 10-12 см) застосовували важкі дискові борони.

Знаряддя для глибокого обробітку ґрунту. На схилах ґрунтозахисні технології повинні забезпечувати різке зменшення поверхневого стоку води. Цього досягають проведенням спеціальних агротехнічних заходів, що підвищують вбирні властивості орного шару, а також формуванням на поверхні ґрунту водоутримуючого мікрорельєфу у вигляді замкнутих емкостей та різноманітних перешкод (борозен, рядків, смуг тощо) для потоків води. Для зменшення поверхневого стоку води агрегати обов'язково повинні рухатися по горизонталях місцевості або впоперек схилів. Перевагу слід віддавати гусеничним тракторам з начіпними знаряддями. Вони менше зміщуються під час роботи на схилах, що запобігає механічній ерозії. Для формування протирозійного мікрорельєфу одночасно із зяблевою оранкою застосовують комбіновані агрегати, які складаються з плуга ПН-4-35 або ПЛН-4-35 і пристосувань ПРНТ-90.000 для утворення лунок, ПРНТ-70.000 – для утворення переривчастих борозен, ПРНТ-60.000 – для гребенисто-ступінчастої оранки і ПРНТ-80.000 – для формування мікролиманив (валики з перемичками). Уміле застосування цих пристроїв дозволяє затримувати до 70 % стоку талих і дощових вод.

Оранка ґрунтів, що зазнають водної ерозії, повинна відповідати зазначеним нижче агротехнічним вимогам. Оранку з одночасним створенням водозатримуючих заглибин проводять поперек схилу. Розміри лунок: довжина – 1,0-1,4, ширина – 0,35-0,5, глибина – 0,16-0,2 м; дов-

жина перемички – 0,7-0,9 м; середня відстань між рядами лунок – 0,4 м. Кількість лунок на 1 га – не менше 11 тис. Розміри переривчастих борозен: довжина (між перемичками в борозні) – 1,5-2,0, ширина (по верху) – 0,4-0,6 м, глибина (від вершини гребеня) – 0,15-0,2 м. Основа перемички в борозні має становити 0,4-0,7 м, висота – на рівні або вища за рівень гребенів на 0,02-0,05 м. При гребенисто-ступінчастій оранці формують переривчасті борозни у два ряди по ширині захвату плуга і ступінчастий профіль дна борозни.

Розміри борозен і ступінчастого дна: довжина борозни (між перемичками) – 1,6-3,2 м, глибина – 0,20-0,25, відстань між осями сусідніх борозен – 0,07-0,1, висота ступенів на дні – 0,08-0,12, ширина ступенів – 0,3-0,35 м.

Розміри мікролиманив (валиків з перемичками): довжина (відстань між перемичками) – 1,6-2,0 м, ширина (відстань між осями сусідніх валиків) – 1,4, глибина (висота валиків і перемичок) 0,18-0,13, ширина валиків і перемичок біля основи – 0,60-0,2 м.

Перемички своїми кінцями щільно з'єднуються з валиками. Дно лунок, борозен, мікролиманив має бути розпушеним, глибина розпушеного шару – 0,02-0,04 м.

Борозни (валики) з перемичками повинні забезпечувати утворення водозатримуючих емкостей для збирання води, яка надходить рівномірно по всій обробленій поверхні. Комбінований орний агрегат повинен працювати стабільно по глибині оранки і по ширині захвату. Відхилення від середньої глибини оранки – не більше $\pm 0,02$ м. Перевищення фактичної середньої ширини захвату допускається не більше ніж на 10 % від конструктивної.

Наявність огріхів та незароблених розвальних борозен на ріллі не допускається. Поверхня ріллі з переривчастими борознами і лунками легко вирівнюється навесні після танення снігу ґрунтообробними знаряддями при ранньовесняному та передпосівному обробітку ґрунту.

Комбінований орний агрегат із пристосуванням ПРНТ-90000 призначений для оранки з одночасним утворенням замкнутих лунок на поверхні ріллі з метою затримання і рівномірного розподілу талих вод і запобігання водній ерозії на схилах крутизною до 6%. Цей агрегат підрізає, перевертає, кришить корпусами пласт ґрунту, а чотири сферичних диски з асиметричною віссю обертання утворюють на поверхні зораного поля мережу заглиблень-лунок овальної форми.

Комбіновані орні агрегати із пристосуваннями ПРНТ-70000, ПРНТ-80000 і ПРНТ-60000 уніфіковані і мають спільні раму, привід та брус для навішування на раму плуга. Відрізняються вони тільки конструкцією робочих органів для формування перемичок у борозні і між валиками (гребенями). Процес утворення перемичок при формуванні мікронерівностей цими пристосуваннями однаковий. Пристосування ПРНТ-80000 відрізняється від ПРНТ-70000 тільки крильчаткою, ширина якої вдвічі більша і становить 0,7 м.

Пристосування ПРНТ-60000 має два суміжні ґрунтопоглиблювальні корпуси та дві суміжні полиці, які встановлюються на плуг замість стандартних. Крильчатка складається з пари здвоєних лопастей, жорстко закріплених на загальному валу і повернутих одна відносно одної на 90°, що забезпечує формування на поверхні ґрунту двох рядів переривчастих борозен за один прохід агрегата.

Комбіновані ґрунтообробні агрегати із пристосуваннями для формування протиерозійного мікрорельєфу одночасно із зяблевою оранкою працюють із гусеничними тракторами тягового класу 3 (табл. 48).

Таблиця 48 – Режим роботи комбінованого орного агрегату ДТ-75М+ПН-4-35 (ПЛН-4-35) із пристосуваннями для формування протиерозійного мікрорельєфу

Пристосування	Крутизна схилів, градусів	Довжина гонів, м	Швидкість руху, м/с
ПРНТ-90000А	До 6	Довільна	До 1,9
ПРНТ-70000А	6-10	600 і більше	1,4-1,9
ПРНТ-60000А	6-8	600 і більше	1,1-1,4
ПРНТ-80000А	До 4	600 і більше	1,4-1,9

Застосування різноманітних чизельних начіпних плугів для суцільного безполицевого основного обробітку ґрунту з використанням пристосувань для поверхневого обробітку дозволяє істотно зменшити ерозію ґрунту і поліпшити його інфільтраційні властивості. Найбільш поширені в господарствах плуги чизельні ПЧ-2,5 і ПЧ-4,5 із пристосуваннями ПСТ-2,5 і ПСТ-4,5.

Чизельний плуг ПЧ-4,5 з пристосуванням ПСТ-4,5 для поверхневого обробітку ґрунту комплектують двома типами змінних робочих органів, що встановлюються на рамі за допомогою жорстких опор: розпушувальними лапами із шириною захвату 0,07 м для чизелювання на глибину 0,45 м і стрілочастими лапами з шириною 0,27 м для

інтенсивного розпушування на глибину до 0,35 м і підрізання бур'янів (табл. 49).

Таблиця 49 – Відстань між робочими органами чизельного плуга залежно від глибини розпушення ґрунту, м

Глибина обробітку ґрунту, м	Відстань між робочими органами	
	розпушувальними лапами	стрілочастими лапами
0,2-0,3	0,4	0,4-0,5
0,3-0,35	0,4-0,5	0,5
0,35-0,45	0,5	–

Чизельний плуг, обладнаний розпушувальними лапами, можна використовувати для чизелювання. Робочі органи розміщують на відстані 0,8-1 м один відносно одного і знімають усі зайві. Пристосування ПСТ-4,5 має розпушувальний барабан з ножами. Робоча ширина чизельного плуга ПЧ-4,5 із пристосуванням ПСТ-4,5 становить 4,5 м, глибина обробітку – до 0,45 м, робоча швидкість – 2,2 м/с. Він агрегується з тракторами тягового класу 5 і має продуктивність до 3,2 га/год.

При поступальному русі цього агрегату робочі органи плуга заглиблюються і розпушують ґрунт на встановлену опорними колесами глибину. Розпушувальні ножі додатково подрібнюють і вирівнюють верхній шар ґрунту. При роботі на глибину більш як 0,3 м робочі органи плуга розпушують ущільнену підшву, утворену після оранки лемішними плугами, забезпечуючи добру аерацію та інфільтрацію дощових і талих вод.

Для захисту від ерозії ріллі, озимих зернових та багаторічних трав на схилових землях потрібно ширше використовувати щілювання ґрунту, яке не заважає наступному механізованому догляду за посівами і не знищує рослинність. Щілювання застосовують під час зяблевого обробітку ґрунту, на посівах багаторічних трав та озимих зернових культур, на сінокосах і пасовищах, на міжрядному обробітку виноградників для оновлення плантажу. На полях багаторічних трав та озимих його виконують пізно восени по слабкомерзлому ґрунту. При цьому ґрунт не ущільнюється колесами або гусеницями трактора. При такому щілюванні перед стоячком щілиноріза слід обов'язково поставити дисковий ніж.

Щілювання має відповідати таким агротехнічним вимогам. Потрібно спрямовувати рух агрегату по горизонталях місцевості, а на ділянках неправильної форми – агрегувати знаряддя з трактором за

двоточковою схемою. Глибина ходу щілинорізів має бути рівномірною, відхилення середньої глибини від заданої – не більше $\pm 0,02$ м. Глибина щілин – 0,3-0,5 м – залежить від крутизни схилу і ґрунтових умов.

Відхилення відстані між щілинами у суміжних проходах має становити не більше $\pm 0,15$ м. Зовнішня частина щілини може бути зруйнована, але не повинна перешкоджати стоку води в неї. Ширина щілини в ґрунті має бути не більше 0,05 м, діаметр кротового отвору – 0,08 м, висота валиків, сформованих на зябу, – 0,15-0,18 м.

Щілиноріз-кротувач навісний ЩН-2-140 та щілиноріз ґрунту ЩП-000 (ЩП-3-70) – найпоширеніші типові знаряддя для щілювання і кротування ґрунту. Щілиноріз-кротувач ЩН-2-140 застосовують для щілювання з кротуванням сінокосів, пасовищ і лук, а також зябу, багаторічних трав, посівів озимих на схилах крутизною до 10° з одночасним валкуванням (валики висотою до 0,12 м), щоб зменшити стік і водну ерозію. Він складається з основної і шарнірної рам, опорних коліс із гвинтовими механізмами, гідроциліндрів і робочих органів. Для роботи по зябу щілиноріз-кротувач комплектують двома ножами-щілинорізами з долотами, кротувачами (при потребі) і двома валикотримачами. Дискові ножі при цьому знімають. Для щілювання сінокосів, пасовищ, посівів багаторічних трав та посівів озимих культур на рамі залишають тільки ножі-щілинорізи і дискові, які встановлюють перед ними. Глибина ходу щілювачів не перевищує 0,4 м, ширина захвату – 2,8 м, а відстань між щілинами – 1,4 м.

Науково-дослідними установами цей агрегат рекомендований для роботи в лісостеповій та степовій зоні України.

Щілиноріз ґрунту ЩП-000 (ЩП-3-70) призначений для щілювання полів з м'яким безплужним обробітком, посівів озимих, багаторічних трав і пасовищ на схилах крутизною до 10° . Він комплектується змінними робочими корпусами для щілювання посівів озимих зернових і багаторічних трав та м'якого безплужного обробітку полів і пасовищ. При встановленні трьох корпусів працює як чизель-розпушувач. Агрегатується ЩП-000 з тракторами тягового класу 1,4-3. Відстань між утвореними ним щілинами становить 1,4 м, а їх глибина – 0,3-0,58 м. Рекомендований для роботи в господарствах південних і південно-східних областей України.

За даними досліджень Інституту землеробства УААН, проведених на чорноземах типових різного ступеня еродованості, щілювання посівів озимої пшениці на глибину 50-60 см через 5-7 м, проведене пізно восени, істотно поліпшує її вологозабезпеченість, що в кінцевому підсумку супроводжувалося підвищенням врожаю її зерна в середньому за 3 роки від 2,4 до 3,9 ц/га.

У районах вітрової ерозії широко застосовують ґрунтозахисну технологію, яка передбачає проведення безплужного (плоскорізного) обробітку ґрунту із збереженням стерні колосових попередників. Безплужний обробіток ґрунту ефективний також у боротьбі з водною ерозією і посухою. Збереження післязливних решток на поверхні поля сприяє захисту ґрунту від видування і змивання, більшому затриманню снігу, зменшенню поверхневого стоку і нагромадженню вологи в ґрунті, підвищує врожайність багатьох сільськогосподарських культур.

Глибокий безплужний обробіток – це обробіток без обертання пласта на глибину понад 12 см. Його виконують як плоскорізами, так і іншими знаряддями – чизелями, розпушувачами, щілювачами, кротувачами та ін. Розрізняють три групи плоскорізів: плоскорізи-глибоко-розпушувачі, плоскорізи-глибокорозпушувачі-удобрювачі. Проте будь-який плоскоріз-глибокорозпушувач можна використовувати і як культиватор-плоскоріз для м'якого безплужного обробітку.

Безплужний обробіток ґрунту має забезпечити виконання наступних агротехнічних вимог. При обробітку стерньового фону на глибину до 0,16 м допускається знищення за один прохід не більше 10 % стерні і до 25 % при розпушуванні на глибину 0,3 м. В оптимальних умовах (вологість ґрунту 17-20 %, щільність до 2,5 МПа) після проходу знаряддя в оброблюваному шарі грудочок розміром від 0,01 м до 0,05 м має бути не менше 80 %. Розмір брил більше 0,05 м не повинен зростати порівняно з вихідними даними до проходу знаряддя. Після проходу машинно-тракторного агрегату поверхня поля має бути вирівняною: середня висота гребенів і глибина борозен – 0,05 м, ширина борозен за слідами робочих органів в оптимальних умовах – 0,02 м по верху.

Мінеральні добрива в дозі 0,05-0,06 т/га вносять суцільним рівномірним шаром на глибину 0,15-0,3 м. Відхилення від дози – не більше 10 %, нерівномірність розподілу по ширині захвату знаряддя – не більше 20 %.

При культиватції з метою знищення бур'янів слід зберігати якнайбільше стерні. Для цього застосовують плоскорізні культиватори, які не переміщують оброблюваний шар ґрунту. До них ставляться такі основні вимоги: добра якість подрібнення ґрунту при глибині 0,06-0,08 м без утворення ерозійно небезпечних (менших за 0,001 м) частинок ґрунту; стійкість ходу на глибині $\pm 0,01$ м; повне підрізання і знищення бур'янів; відхилення середньої глибини обробітку від заданої – не більше 0,015 м.

Для основного обробітку ґрунту із залишенням на поверхні стерні застосовують *плоскорізи-глибокорозпушувачі КПП-250; КПП-2-150*. Глибина обробітку цими знаряддями становить 10-30 см. Їх робочі органи зберігають на поверхні поля до 80 % стерні. КПП-250 комплектується двома робочими органами (плоскорізними ножами) з шириною захвату 110 см кожний для розпушування на глибину 30 см і одним робочим органом (розпушувальна лапа) із захватом 250 см на глибину 16 см. Культиватор-плоскоріз КПП-2-150 має два робочих органи із захватом 160 см кожний. Ширина його захвату – 3,1 м, він агрегується з тракторами тягового класу 5 (К-700, К-701).

Культиватор-плоскоріз універсальний КПУ-400 призначений для суцільного розпушування ґрунту без обертання пласта і підрізання коренів гірчаку рожевого. Ширина його захвату змінюється від 2 до 4 м за рахунок заміни і перестановки плоскорізних ножів на рамі. Агрегується з тракторами МТЗ та ЮМЗ при обробітку на глибину до 12 см, з тракторами ДТ-75М, Т-74 при ширині захвату 2-3 м і глибині обробітку 22-30 см.

Плоскорізи-глибокорозпушувачі КПП-250 та КПП-2,2 перевіряли на глибокому обробітку зябу (на 22-29 см) після озимої пшениці, соняшнику і кукурудзи на зерно. Щільність ґрунту становила 5,7 МПа, розкришування залежно від умов – 39-59%. У багатьох випадках грудочкуватість поверхні після обробітку плоскорізами-глибокорозпушувачами збільшувалася внаслідок просипання дрібних частинок у нижні шари. Збереження післяжнивних решток на поверхні ґрунту достатнє. Траплялися випадки незадовільного заглиблення знарядь на полі після кукурудзи на зерно (В.А. Джамаль та ін., 1986).

Плоскоріз-глибокорозпушувач навісний секційний (ПГ-3-5) призначений для основного обробітку чистих парів і осіннього обробітку ґрунту з максимальним збереженням стерні та інших післяжнивних

решток після колосових та просапних попередників на глибину до 30 см. Агрегується з К-700, К-701, але при зменшенні ширини захвату з 5,3 до 3,2 м агрегують з Т-150, Т-150К.

Плоскоріз-глибокорозпушувач трилатовий ПГ-3-100 (взамін КПП-2-150) призначений для безполицевого основного обробітку ґрунту без вивертання пласта на глибину до 30 см із максимальним збереженням на його поверхні стерні для захисту від дефляції і водної ерозії. Ширина його захвату – 3,25 м, агрегується з трактором тягового класу 3.

Для одночасного з плоскорізним розпушуванням внесення мінеральних добрив на глибину обробітку ґрунту випускаються глибокорозпушувачі-удобрювачі. Проте дослідями встановлено, що глибоке внесення мінеральних добрив не має переваг перед їх внесенням по поверхні і загортанням дисковою бороною на глибину 10-12 см.

Причипний гідрофікований глибокорозпушувач-удобрювач КПП-2,2 з пристосуванням для внесення мінеральних добрив призначений для плоскорізного розпушування з одночасним підґрунтовым внесенням добрив у дозі до 350 кг/га. Його використовують у районах з недостатнім зволоженням на ґрунтах, що зазнають вітрової та водної ерозії, в агрегаті з тракторами ДТ-75М і Т-74. Ширина захвату цього знаряддя – 2,15 м, швидкість руху – до 2,7 м/с, продуктивність – 1,4-2 га/год. Технологічний процес полягає у заглибленні робочих органів на потрібну глибину і розпушуванні ґрунту. Одночасно дозатори тукового ящика подають добрива в тукопровід кожного робочого органу. Під дією струменя повітря, створеного вентилятором, гранули добрив потрапляють на відбивач, закріплений унизу, і рівномірно розподіляються по всьому дну борозни.

Навісний глибокорозпушувач-удобрювач ГУН-4 створений на базі КПП-2,2 і фактично складається з двох комбінованих машин КПП-2,2, змонтованих на одній рамі. На рамі розміщують два тукових ящики по 0,5 т добрив з висівними пристроями; чотири стояки з розпушувальними лапами для обробітку ґрунту і зароблення добрив; два вентилятори для подачі добрив, тукопроводи.

Ширина захвату цього знаряддя – 4,25 м, його продуктивність – до 4 га/год, агрегується з тракторами К-700 та К-701.

Знаряддя для мілкового та поверхневого обробітку ґрунту. При основному мілкому та середньоглибокому (до 16 см), паровому і передпосівному обробітках із збереженням на поверхні ґрунту стерні і піс-

ляжливних решток зернових та проміжних культур застосовують культиватори-плоскорізи КПШ-9, КПШ-5, КПЗ-3, 8, КПЗ-3, 8А і випущені замість них КТС-10-2, КШЛ-10, КШЛ-16, КШУ-6, КШУ-12, КШУ-18, ОПТ-3-5. Основні особливості більшості цих знарядь - їх широкозахватність і висока продуктивність. Це дає змогу значно підвищити продуктивність праці механізаторів, звільнити їх від технологічних перевантажень у час пікового виконання робіт, зекономити робочу силу, паливно-мастильні матеріали, загальні виробничі витрати.

Культиватор КПЗ-3,8, КПЗ-3,8А із шланговим пристосуванням ПШП-3,8 призначений для весняного передпосівного обробітку ґрунту із залишенням на поверхні поля стерні в районах, де ґрунти зазнають інтенсивної вітрової та водної ерозії. Крім того, його широко використовують у важких ґрунтових умовах на осінньому безпліщевому обробітку стерньових полів на глибину 8-10 см. Культиватор протиерозійний гідрофікований причіпний своїми робочими органами - стрілчастими лапами з шириною захвату кожної 41 см - підрізає і розпушує поверхневий шар ґрунту разом з рослинними рештками і стернею, підрізає бур'яни і розміщеним ззаду штанговим пристосуванням, яке обертається проти ходу руху агрегату, вичісує їх і викидає на поверхню. Одночасно пристосування вирівнює поверхню і створює ущільнене ложе, по якому йдуть сошники сівалки під час сівби зернових культур. При агрегуванні КПЗ-3,8 з голчастою бороною БІГ-3 на ньому знімають крайні лапи.

Вимоги до цього виду обробітку такі. Відхилення середньої глибини обробітку від заданої - не вище 1 см, а висота гребенів та глибина борозен - 4 см. Бур'яни повністю підрізаються і виносяться на поверхню поля. Після проходу культиватора на поверхні ґрунту має залишитися до 50 % стерні. Глибина розпушування лапами культиватора - 0,05-0,16 м, швидкість руху - до 3 м/с, продуктивність - до 4,5 га/год.

Культиватор-плоскоріз широкозахватний КПШ-9 призначений для післяжнивного, основного, парового і передпосівного обробітків ґрунту із збереженням на його поверхні стерні. Це високопродуктивний агрегат: за світловий день при післяжнивному розпушуванні ним можна обробити до 100 га. Агрегується з тракторами К-700, К-701 (ширина захвату 8,2 м) і Т-150К (ширина за-

хвату 6,4 м із знятими двома крайніми робочими органами). Механізм регулювання глибини обробітку встановлено на опорних колесах. Робочі органи відрізняються від робочих органів культиватора КПГ-2,2 меншою шириною захвату (97 см) і закріплені на поздовжніх брусах рами. При повній комплектації КПШ-9 має 9 робочих органів, його робоча швидкість становить 12 км/год, а продуктивність чистої роботи - 7,2 га/год.

Культиватор-плоскоріз КПШ-9, робочі органи якого однакові з КПШ-5, перевіряли на м'якому обробітку зябу. Якість роботи оцінювали на обробітку ґрунту після озимої пшениці та кукурудзи на силос. Щільність ґрунту після збирання кукурудзи на силос у шарах 5-10 і 10-15 см перевищувала 7,4 МПа при вологості 14-17 %. За таких несприятливих умов культиватор-плоскоріз не заглиблювався. Практично ґрунт не піддавався обробітку ніякими знаряддями. При щільності ґрунту 4-5 МПа на цій самій операції культиватор-плоскоріз задовільно заглиблювався в ґрунт при мінімальній сталій глибині обробітку менше 9 см. ґрунт розкришувався на 76 %, грудкуватість поверхні збільшувалася на 4 %, що викликало потребу агрегування з БІГ-3 (В.А. Джамаль та ін., 1986).

Культиватор-плоскоріз широкозахватний гідрофікований КПШ-5 має таке ж призначення, що й КПШ-9. Його використовують для післяжнивного розпушування ґрунту із залишенням на його поверхні стерні зернових культур з метою захисту ґрунту від вітрової та водної ерозії, а також для культивації чистих парів і передпосівного обробітку.

На центральній рамі КПШ-9 закріплені опорні колеса з механізмами регулювання глибини обробітку і три робочих органи з шириною захвату кожного 97 см, а на бокових рамках - ще по одному. При далеких переїздах агрегату бокові рамки за допомогою гідроциліндра від гідросистеми трактора переводяться у вертикальне положення. Агрегується з тракторами Т-74, ДТ-75, ДТ-75М. Ширина захвату - 4,57 м, робоча швидкість - до 10 км/год, глибина обробітку - 7-16 см, продуктивність за годину чистої роботи 3,9 га.

Для безпліщевого обробітку дернини багаторічних трав і післяжнивного розпушування стерньових фонів з максимальним збереженням післяукісних решток на поверхні поля у районах з недостатнім зволоженням на ґрунтах легкого і середнього механічного скла-

ду, які зазнають дії вітрової та водної ерозії, використовують знаряддя ОПТ-3-5, яке складається з центральної і двох бічних рам, п'яти робочих органів з шириною захвату 97 см кожний, механізмів регулювання глибини обробітку ґрунту з двома опорними колесами, п'яти дискових ножів, автозчіпки та гідроциліндра. На центральній рамі розміщені опорні колеса і три робочі органи, на бічних рамах – по одному. Перед кожним робочим органом встановлені дискові ножі, які під час руху знаряддя розрізають пласт на глибину 5-12 см, а робочі органи, які йдуть слідом, підрізають і розпушують (без обертання пласта) шар ґрунту на глибину до 16 см. Агрегатують знаряддя з тракторами К-700, К-701 (ширина захвату 4,57 м) і тракторами класу тяги 3 (ширина захвату 2,77 м, із знятими двома крайніми рамками і робочими органами). Його робоча швидкість – до 12 км/год, продуктивність при новій комплектації за годину чистої роботи – до 4,6 га, глибина обробітку – 8-16 см.

Напівнавісний важкий секційний культиватор КТС-10-2 із штанговим пристосуванням КТШ-14.000 призначений для суцільного обробітку стерньових парів, передпосівного обробітку ґрунту після збирання високостеблових просапних культур і трав, а також осіннього обробітку стерньових полів на глибину до 16 см. Він складається з шарнірної рами, причіпного пристрою, механізму переведення в транспортне положення робочих органів, коліс і гідросистеми.

Шарнірна рама складається із середньої і двох бокових секцій. Робочі органи кріпляться до поперечних брусів секцій рами. Штангове пристосування КТШ-14. 000 безпривідне. Глибина обробітку культиватора – 8-16 см, робоча швидкість – до 2,7 м/с, продуктивність із штанговим пристосуванням – 7-9 га/год. Агрегатуються із тракторами тягового класу 5.

Культиватор штанговий широкозахватний секційний із стрілочастими лапами КШЛ-10 призначений для знищення бур'янів і розпушування ґрунту з максимальним збереженням стерні та інших пожнивних решток на парових полях і по зябу, обробленому плоскорізними та безполицевими знаряддями на глибину до 14 см. Ширина захвату культиватора – 10,6 м, продуктивність – 10,2 га/год. Агрегатуються з тракторами тягового класу 3.

Культиватор штанговий широкозахватний секційний із стрілочастими лапами КШЛ-16 є аналогічним до КШЛ-10 і відрізняється від

нього більшою шириною захвату – 16,4 м та продуктивністю – 16 га/год. Агрегатуються з тракторами тягового класу 5. Рекомендуються ці знаряддя для зон з недостатньою зволоженістю, для роботи на ґрунтах, що зазнають вітрової та водної ерозії.

Культиватор КШУ-6 широкозахватний, секційний, навісний призначений для суцільного передпосівного обробітку ґрунту і парів на глибину до 12 см з одночасним додатковим вирівнюванням ґрунту. Ширина захвату – 6 м. Агрегатуються з тракторами тягового класу 1,4 і має продуктивність 7,2 га/год при швидкості 12 км/год. Комплектується стрілочастими лапами із шириною захвату 33 см, розпушувальними лапами на 15 см і С-подібними робочими органами, а також вирівнювальними пристосуваннями – пружинною або роторною боронами.

Культиватори широкозахватні КШУ-12 та КШУ-18 мають однакові з КШУ-6 призначення та робочі органи. КШУ-12 агрегатуються з тракторами тягового класу 3, має ширину захвату 12 м, продуктивність за одну годину чистої роботи – 14,4 га при швидкості 12 км/год. КШУ-18 агрегатуються з тракторами К-700, К-701, ширина захвату-18 м, робоча швидкість – 12 км/год, продуктивність за одну годину чистої роботи – 121,6 га. У транспортне і робоче положення переводиться за допомогою гідроциліндрів одним трактористом.

У південних областях України і деяких інших регіонах більшість озимих зернових культур розміщують після непарових попередників кукурудзи на зерно і силос, соняшнику, сорго, гороху, еспарцету та ш. Підготовка ґрунту до сівби озимих після цих культур має свої особливості, оскільки його щільність становить 3,5-4 МПа, вологість – 40-75 % від польової вологоємкості, маса післяжнивних решток і кореневищ – відповідно 3 і 1 т/га. Існуюча технологія підготовки ґрунту передбачає кількаразові дискування, культивацію, боронування, ущільнення посівного шару, внаслідок чого затягуються терміни обробітку, ущільнюється ґрунт, зменшується його протиерозійна стійкість, зростають затрати праці і коштів. Для її вдосконалення розроблені і широко впроваджуються комбіновані ґрунтообробні машини і знаряддя для розпушування і подрібнення ґрунту, підрізування бур'янів, подрібнення рослинних грубостеблових решток, мульчування ними поверхні поля, а також для вирівнювання й ущільнення ґрунту за один прохід.

Для підготовки ґрунту до сівби озимих зернових культур у цих умовах використовують комбіновану машину АКР-3,6 з активними (розпушувально-ротаційними) робочими органами і комбіновані агрегати АКП-2,5 і АКП-5,0 з пасивними робочими органами. До них ставляться такі агротехнічні вимоги. Ці машини повинні працювати на ґрунтах різного механічного складу щільністю до 4 МПа і вологістю до 75 % від польової вологоємкості після збирання просапних і колосових культур на схилах крутизною до 8° і забезпечувати такі показники: розпушування без обертання пласта на глибину 8-14 см (відхилення глибини обробітку від встановленої \pm 1-2 см); подрібнення ґрунту з утворенням грудочок розміром до 5 см – не менше 70 % у шарі ґрунту до 14 см і не менше 80 % у шарі на глибину сівби до 8 см; повне підрізування бур'янів, подрібнення грубостеблових рослинних решток (кукурудза, соняшник та ін.) з переважанням (не менше 80 %) фракцій довжиною 5-15 см; збереження на поверхні ґрунту і у верхньому шарі (0-5) см до 60 % рослинних решток; гребеністість поверхні – не більше 4 см; після проходження комбінованої машини чи агрегату в шарі 5 см не повинен зростати вміст ерозійно небезпечних частинок, менше 0,1 см в діаметрі. Поверхня поля, обробленого агрегатом за один прохід, має бути вирівняною, нижні шари ґрунту ущільнені, а верхні – розпушені. Якість обробітку поля має відповідати вимогам, що ставляться до роботи зернових сівалок.

Комбінована машина АКР-3,6 призначена для обробітку важких ґрунтів щільністю до 4 МПа. За один прохід вона розпушує ґрунт лапами на глибину 12-16 см, фрезує його на глибину до 10 см і одночасно подрібнює грубостеблові рештки, мульчує ними поверхню поля і вирівнює його. Ширина захвату комбінованої машини – 3,6 м, робоча швидкість – до 3 м/с, продуктивність – 3,6-4,3 га/год. Під час руху агрегату лапи комбінованої машини підрізають і розпушують пласт ґрунту, який піднімається по лапах і стояках уверх і потрапляє під ножі фрезерного барабана. Ножі, обертаючись, подрібнюють ґрунт і перерізають рослинні рештки. При цьому дрібні частинки ґрунту частково просипаються вниз і закриваються більшими грудочками. Фартух розрівнює й ущільнює розпушений ґрунт. Ґрунт інтенсивно кришиться, рослинні рештки подрібнюються внаслідок того, що фрезерний барабан, розміщений над лапами, і ножі проходять біля стояків.

Комбіновані ґрунтообробні агрегати АКП-2,5 і АКП-5,0 призначені для безпліцевого обробітку ґрунту на глибину 8-16 см під посіви озимих зернових культур, повторні посіви кукурудзи, гречки, трав та інших культур в умовах недостатньої вологості і прояву вітрової та подної ерозії. Вони забезпечують обробіток пласта плоскорізами, поверхневе розпушування голчастими (або дисковими) робочими органами, вирівнювання і прикотковування ґрунту за один прохід трактора. Ширина захвату АКП-2,5 становить 2,5 м, глибина обробітку – до 16 см, робоча швидкість – до 3 м/с, а продуктивність – 2,3-3,0 га/год. Агрегатують цю комбіновану машину з тракторами тягового класу 3,0. Кращі результати мають при обробітку ґрунту агрегатом АКП-2,5 відразу після збирання попередника. При передбаченому розриві в часі між збиранням врожаю і обробітком агрегатом для збереження вологи в ґрунті поле луцять дисковим луцильником, а потім обробляють АКП-2, 5.

Комбінований ґрунтообробний агрегат АКП-5,0 аналогічний за будовою з АКП-2,5, відрізняється тільки шириною захвату (5м). Складається з двох шарнірно з'єднаних частин: передньої навісної і задньої напівнавісної рам. На передній рамі, яка складається з центральної і двох бокових секцій, закріплені 4 дискові батареї і 6 плоскорізних лап. На задній, що складається із спиці, центральної і бічної секцій, встановлені вирівнювач і 6 батарей дворядного кільчастощпорового котка.

Агрегат АКП-5,0 використовують із тракторами К-700, К-701. Робоча швидкість комбінованого агрегату – 3 м/с, продуктивність – 4,5-5 га/год.

Широкозахватний причіпний комбінований агрегат ЗКА-5,4 призначений для передпосівного обробітку ґрунту (культивуації, боронування, вирівнювання поверхні ґрунту, припосівного внесення мінеральних туків, прикотковування рядків і сівби зернових за один прохід). Ширина захвату – 10,8 м, робоча швидкість – до 12 км/год., продуктивність за 1 годину чистого часу – 11 га. Агрегатується з тракторами типу К-700.

Передпосівний обробіток ґрунту – один з найважливіших агротехнічних заходів. Основні його завдання – розпушення верхнього шару ґрунту на глибину висіву насіння, вирівнювання поверхні поля, забезпечення дрібногрудочкуватої будови посівного шару, ущільнене

ложе на глибину загортання насіння, знищення сходів бур'янів, загортання внесених мінеральних добрив, збереження вологи в посівному і орному шарах, поліпшення мікробіологічної активності і поживного режиму ґрунту, створення умов для високопродуктивної роботи сільськогосподарських машин на сівбі, догляді за посівами і збиранні врожаю.

Прийоми передпосівного обробітку ґрунту змінюють залежно від ґрунтово-кліматичних умов, рельєфу місцевості, особливостей вирощування культур, системи удобрення, характеру забур'яненості полів та ряду інших факторів. Тому в зонах сильного прояву вітрової і водної ерозії ґрунтів, які займають значну частину території України, особливо важливо провести передпосівний обробіток так, щоб якнайменше погіршити агрофізичний стан ґрунту, не знизити його протиерозійної стійкості, швидко і якісно підготувати площі до сівби.

У вирощуванні зернових колосових та інших культур все більшого значення набуває передпосівний обробіток ґрунту за один прохід трактора. Для цього широко використовують комбіновані знаряддя РВК-3,6, РВК-5,4, РВК-7,2, ВИП-5,6, КШП-8, КПЗ-9,7, КЗБ-21.

Передпосівний обробіток ґрунту необхідно виконувати перед сівбою сільськогосподарських культур з додержанням таких агротехнічних вимог. За один прохід комбінований машинно-тракторний агрегат повинен підготувати виораний на зяб ґрунт вологістю 13-24 % на глибину до 5 см при наявності різних видів бур'янів, інтенсивніше розпушити на глибину до 12 см, (об'ємна маса ґрунту має бути 1,1-1,2 г/см³) при гребенистості, що не перевищує 2 см. В обробленому шарі може бути фракцій розміром 1-5 см не менше 80% за масою, більшість їх розміром 1-1,5 см. Ґрунтові брили розміром понад 10 см не допускаються. Відхилення глибини обробітку від середнього значення – не більше ± 2 см. Перекриття суміжних проходів має становити не менше 15 см. Допустима робоча швидкість на передпосівному обробітку ґрунту – до 3,3 м/с, на полях, засмічених камінням – не більше 0,2-2,5 м/с, залежно від кількості і розмірів каміння. Пропуски, огріхи при цих операціях не допускаються.

Комбіновані машини РВК-3,6, РВК-5,4, РВК-7,2 призначені для суміщення операцій передпосівного обробітку ґрунту з метою зменшення кількості проходів машин і створення вирівняного мікрорельєфу поверхні поля. Вони розпушують ґрунт на глибину до 12 см за

один прохід, подрібнюють грудки і брили, вирівнюють поверхню поля й ущільнюють верхній шар ґрунту.

Розпушувач-вирівнювач (коток) РВК-3,6 складається з рами, брусків з пружинними зубами-розпушувачами, передньої і задньої секцій з кільчасто-шпоровими котками, вирівнювача, транспортних пневмоколіс, гідроциліндрів, тяги з причіпом. Ширина захвату комбінованої машини – 3,6 м, глибина обробітку – до 12 см, робоча швидкість – до 8 км/год, продуктивність – 2,8 га/год. Її агрегатують з тракторами МТЗ-80/82, ЮМЗ-6Л, ДТ-75, ДТ-75М, Т-74, Т-50С. Для агрегування із серійними сівалками РВК-3,6 комплектуються додатковим обладнанням – спеціальним причіпним комплектом РВК-3, 6-19000.

Комбіновані машини РВК-5,4 та РВК-7,2 мають аналогічні з РВК-3,6 робочі органи, які розміщені в такій самій послідовності. Ширина захвату першої збільшена до 5,4 м за рахунок приєднання до РВК-3,6 двох секцій шириною 0,9 м кожна за допомогою шарнірів, а ширину захвату другої доводять до 7,2 м приєднанням до бічних ще двох секцій по 0,9 м. РВК-5,4 агрегатують з тракторами типу Т-150. Її продуктивність за годину чистої роботи – 5,4 га при швидкості 10 км/год РВК-7,2 агрегатують з тракторами тягового класу 3 і 5. Продуктивність машини становить до 7 га/год при робочій швидкості 10 км/год.

Під час роботи комбінованих машин типу РВК пружинні лапи переднього ряду розпушують ґрунт. При цьому брили, обминаючи стояки лап, потрапляють під удари кілець котка-грудкоподрібнювача, розміщеного за пружинними лапами. За його дисками є другий ряд лап, які розпушують ґрунт і руйнують уцілілі брили. Підпружинений вирівнювач сплановує поверхню поля і додатково руйнує брили. Коток, розміщений за вирівнювачем, рівномірно ущільнює поверхню поля.

Обробіток ґрунту комбінованими машинами поліпшує його структуру, водний і повітряний режим. Завдяки вирівнюванню поверхні поля підвищується рівномірність загортання насіння, поліпшуються умови роботи посівних та збиральних машин, що дає змогу збільшити їх швидкість. Показник розпушувальної здатності машин типу РВК становить 84-95 %, вирівняність поверхні поля (злитість) після проходу машини – 96, ступінь знищення бур'янів – 97-99 %.

Причіпний вирівнювач-подрібнювач ґрунту ВИП-5,6 призначений для передпосівного обробітку поля під зернові, технічні, кормові,

овочеві та інші сільськогосподарські культури. За один прохід він подрібнює грудки, вирівнює мікрорельєф поверхні поля і ущільнює насінне ложе ґрунту. Складається з трьох секцій (середньої і двох бічних). Кожна секція має несучу раму, на якій послідовно встановлені робочі органи: голчаста ротаційна мотика, вирівнювач і кільчасно-зубчастий коток. Передня частина рами спирається на опорне колесо, яке регулюється за висотою гвинтовим механізмом. Під час роботи машинно-тракторного агрегату голчасті диски вільно обертаються і розбивають грудки та брили ґрунту, що нагромаджуються перед вирівнювачем. Він зрізає мікронерівності, загортає виїмки і колію, утворену трактором. У процесі роботи вирівнювач встановлюється на оптимальний кут нахилу залежно від опору нагромадженого ґрунту і пружності пружин. За ним перекочуються по ґрунту клинчасті диски і зубчасті кільця котка. Диски подрібнюють залишені грудки й ущільнюють поверхневі шари ґрунту. ВПП-5,4 агрегується з тракторами ДТ-75, ДТ-75М, Т-74, Т-4А. Його продуктивність за годину чистої роботи – 4,5 га при швидкості 7-8 км/год.

Комбінований культиватор КШП-8 призначений для культивації і закриття вологи на полях з вирівняним, а також хвилястим рельєфом, що зазнають дефляції та розмивання. За один прохід він розрівнює поверхню поля, розпушує на глибину до 12 см і боронує (або прикотковує) верхній шар ґрунту.

Культиватор КШП-8 складається із шарнірно-секційної рами з автотіпкою, механізму піднімання бокових секцій рами, механізму регулювання глибини обробітку, пружинних розпушувальних зубів і змінних пристосувань.

У процесі роботи комбінованого культиватора вирівнювачі, розміщені вздовж переднього бруса рами, зрізують гребені та інші нерівності, що утворюються після попередніх проходів ґрунтообробних машин, і вкладають їх у борозенки та заглиблення. Розміщені позаду в чотири ряди пружинні стояки із змінними робочими органами розпушують ґрунт на встановлену глибину, знищують і вичісують бур'яни. У процесі роботи розпушувальні зуби самоочищуються за рахунок вібрації.

Зуби пружинної борони, розміщеної після основних робочих органів, остаточно вичісують кореневища бур'янів і розрівнюють поверхню поля. Якщо замість пружинної борони застосовують роторну, то відбувається подрібнення і коткування верхнього шару ґрунту.

При ширині захвату 8,4 м КШП-8 агрегується з тракторами тягового класу 3, а при знятті по одній боковій секції (ширина захвату 6 м) або всіх бокових секцій (ширина захвату 3 м) – тягового класу 1,4. Продуктивність цього культиватора при робочій швидкості 2,7 м/с становить 8-10 га/год.

Комбінований культиватор КПЗ-9,7 складається з рами, зчіпки, транспортних коліс, механізмів регулювання глибини обробітку і переведення культиватора в положення для транспортування, гідротраси і пристосування для вирівнювання поверхні ґрунту і додаткового обробітку. Робочі органи культиватора (розпушувальні лапи із захватом 35 см) встановлені на пружних S-подібних стояках. Розміщення робочих органів на рамі чотирирядне з міжряддям 10 см. Для вирівнювання поверхні ґрунту перед лапами слугує шестисекційний вирівнювач із шириною захвату кожної секції 1,6 м. Пристосування для додаткового обробітку ґрунту – дванадцятисекційний роторний коток, борона діаметром – 27 см. Ширина захвату кожної секції – 0,72 м.

Під час роботи КПЗ-9,7 вирівнювачі, встановлені на передній частині культиватора, зрізують гребені та інші нерівності, утворені після попередніх ґрунтообробних машин. Розміщені позаду в чотири ряди пружинні робочі органи розпушують верхній шар ґрунту і вичісують бур'яни. Робочі органи в процесі роботи самоочищуються від вібрації. Роторні котки, оснащені бичами із зубцями, остаточно подрібнюють грудки, брили й ущільнюють верхній шар ґрунту. Ширина захвату комбінованого культиватора – 9,7 м, робоча швидкість – 2,7 м/с, глибина обробітку – до 12 см, продуктивність – 9,6 га/год.

Комбінований агрегат КЗБ-21 призначений для розпушування верхнього шару ґрунту, подрібнення грудок і брил, вирівнювання й ущільнення поверхні ґрунту. Це трисекційна зчіпка, подібна за конструкцією до зчіпки СГ-21. До неї приєднано 14 борін і стільки ж котків. Борона обладнана пружними зубами, нахил яких регулюється до поверхні ґрунту.

Під час руху КЗБ-21 зубові борони розпушують поверхневий шар ґрунту, подрібнюють грудки, вичісують бур'яни і згладжують нерівності, які утворилися від попередніх проходів по полю сільськогосподарської техніки. Розміщені позаду котки остаточно розбивають і подрібнюють грудки і брили, а також ущільнюють поверхню ґрунту.

Робоча ширина агрегату – 21 м, робоча швидкість – 2,7 м/с, продуктивність 20 га/год. Агрегатують машину з тракторами тягового класу 3.

Борона голчаста гідрофікована БИГ-3 (БИГ-3А) в комплексі протиерозійних машин застосовується замість зубових борін і дискових лушпильників для поверхневого обробітку на глибину 4-6 см. Після її проходу залишається до 80-90 % стерні, яка значно зменшує інтенсивність розвитку ерозійних процесів.

Залежно від стану ґрунту знаряддя забезпечує задовільну якість його кришіння при роботі на швидкості 6-12 км/год. Борона БИГ-3 універсальна, її використовують для закриття вологи, боронування посівів озимих культур, соняшнику, кукурудзи та інших (до і після появи сходів). Влітку та восени її застосовують для знищення ґрунтової кірки на парових полях, лушення стерні після збирання зернових, після просапних культур, подрібнення брил після оранки. Узимку голчасту борону використовують для руйнування льодової кірки на посівах озимих.

Знаряддя має чотири голчасті секції, розміщені в два ряди. Рама опирається на два колеса з пневматичними шинами. На рамі розміщені механізми регулювання глибини обробітку, піднімання знаряддя в транспортне положення, регулювання кута атаки і причіпний пристрій. Робочими органами є диски діаметром 55 см з 12 вигнутими зубами.

Конструкція борони дає змогу встановлювати батареї голчастих дисків на кути атаки 0,8, 12 і 16°, а також працювати з активним розміщенням робочих органів на ущільнених ґрунтах, а з пасивним розміщенням – на легких і середніх ґрунтах без демонтажу батарей (перестановкою причіпного знаряддя з передньої на задню частину рами борони).

Наявність нульового кута атаки дає змогу використовувати БИГ-3 на культивуванні зернових і просапних культур (до- і післясходове боронування). В одному екземплярі борона агрегується з тракторами класу 1,4, а в шеренгових агрегатах по три-п'ять агрегатів (за допомогою зчіпки СП-16) – з тракторами тягового класу 3, 5.

Голчасту борону БИГ-3 перевіряли на операціях ранньовесняного розпушування ґрунту на плоскорізному зябу після кукурудзи і озимої пшениці, на весняному боронуванні озимих та виконанні інших опе-

рацій. У деяких випадках результати були негативними. Так, при ранньовесняному боронуванні плоскорізного зябу після кукурудзи (глибина 4-6 см) борона БИГ-3 не загортала слідів гусеничного трактора і своїх опорних коліс. Збільшувати глибину розпушування при її використанні не можна, оскільки глибина ранньовесняного обробітку повинна бути меншою за глибину загортання насіння, щоб уникнути висушування нижніх шарів ґрунту. Висока вологість ґрунту (31,4 %) і кількість стерні на поверхні (645 кг/га) зумовили низьку якість БИГ-3 на ранньовесняному обробітку плоскорізного зябу після озимої пшениці через забивання батарей голчастих дисків ґрунтом і стернею. За тих же умов і в такі ж терміни зубові борони БЗСС-1,0 показали добру прохідність на плоскорізних фонах. При весняному боронуванні озимої пшениці голчаста борона БИГ-3 навіть при мінімальному куті атаки дуже пошкоджувала рослини, вириваючи їх з корінням та переміщуючи з землею. На підвищеннях пшениця знищувалася майже повністю, що зумовлено великою масою борони та незадовільним копіюванням поверхні ґрунту. Зубовими боронами БЗСС-1,0 цей агрозахід виконували якісно (Джамаль В.А. та ін., 1986).

Борона-мотика голчаста широкозахватна БМШ-15 призначена для розпушування поверхні полів, вкритих стерньовими та іншими післяжнивними рештками з метою збереження вологи в ґрунті, загортання насіння бур'янів і падалиці культурних рослин, вирівнювання мікронерівностей від попереднього обробітку, весняного боронування посівів озимих і просапних культур та догляду за багаторічними травами. Глибина обробітку – до 10 см, ширина захвату – 14,35 м, продуктивність за годину основної роботи – 9,49-15,8 га, агрегується з тракторами тягового класу 3.

Для роботи в зонах поширення вітрової ерозії призначена також борона БМШ-20, яка аналогічна попередній, але відрізняється від неї шириною захвату (20,1 м). Агрегується з тракторами тягового класу 5.

Знаряддя для сівби сільськогосподарських культур і догляду за ними. Важливим елементом ґрунтозахисної технології вирощування основних сільськогосподарських культур є правильний вибір сівалок та машин для догляду за посівами в період вегетації. Важливість підбору найоптимальнішого посівного знаряддя полягає в тому, що при безполицевому протиерозійному обробітку ґрунту на його поверхні

залишається понад 50 % стерньових і рослинних решток, і традиційні сівалки (типу СЗУ-3,6) з дисковими сошниками не забезпечують належної якості та виконання агротехнічних вимог до сівби.

Посівні агрегати, що працюють у комплексі з передпосівними ґрунтообробними знаряддями, повинні відповідати таким вимогам: якісно підготовляти ґрунт, висівати насіння у вологий його шар, що поліпшує схожість і динаміку росту та розвитку рослин, добре розпушувати ґрунт щільністю до 3 МПа на глибину 8-10 см, підрізувати бур'яни, подрібнювати і загортати рослинні рештки (грудочок ґрунту розміром 0,1-1° см має бути не менше 50 %, 1,0-2,5 см – не менше 30 і 2,5-5,0 см – не більше 15 %, а грудок розміром 10 см і більше не повинно бути); перемішувати з обробленим шаром ґрунту мінеральні добрива і гербіциди, попередньо розкидані на поверхні поля (нерівномірність і нестійкість висіву мінеральних добрив – не більше ± 8 %); загортати насіння зернових на глибину від 3 до 8 см, рису – 1,5-5,0 см (нерівномірність висіву насіння зернових не повинна перевищувати ± 3 %, трав – ± 5 %); кількість насіння, загорнутого на визначену глибину в двох суміжних односантиметрових горизонтах, повинна бути не менша 80 %; подрібнення насіння зернових культур, рису і трав – не більше 0,3 %, великого насіння зернобобових культур – 1 %; основна ширина міжрядь для насіння рису, пшениці та інших зернових культур – 15 см, а при використанні вузькорядних сошників – 7,5 см.

Вивчена і широко впроваджена у виробництво сівба озимих при поверхневому обробітку ґрунту на глибину 8-10 см. Після плоскорізного обробітку поверхні поля агрегатами з голчастими або дисковими боронами на поверхні ґрунту залишаються післяжнивні рештки, які утруднюють роботу дискових сошників сівалок СЗ-3,6, СЗУ-3,6, СУБ-48, СУК-24А. Недоліком сівалок є і те, що вони не можуть загортати зерно у вологий шар ґрунту навіть на парових полях при глибині пересихання більш як на 8 см.

У мульчований післяжнивними рештками ґрунт можна висівати зерно сівалками зерновими пресовими СЗП-3,6, СЗШП-3,6, СЗШП-7,2, СЗШП-10,8, СЗШП-14,4, стерньовими зерновими сівалками-культиваторами СЗС-2,1, СЗС-2, СЗС-6, СЗС-12. Якщо їх немає в господарствах, використовують звичайні зернові сівалки.

Сівалка зернотукова пресова причіпна СЗП-3,6 призначена для рядкової сівби насіння зернових, зернобобових і близького до нього

їх розмірами і нормами висіву насіння інших культур із шириною міжрядь 15 см на глибину 4-8 см з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив і прикотковуванням ґрунту над засіяними рядками в районах поширення вітрової, водної ерозії, а також з недостатньою і нестійкою вологістю. В умовах підвищеної вологості на сівалку замість прикоткуючих котків встановлюють пристосування з ланцюговими шлейфами для роботи без прикотковування.

Основні вузли СЗП-3,6: рама з механізмом піднімання та опускання сошників з приводом від виносного гідроциліндра трактора або причіпки, передок з двома пневматичними колесами і спицею, прикоткуючі котки, ящик зернотуковий з котушковими висівними апаратами, механізм передачі, дискові передні й задні сошники, насіннепроводи, загортачі, опорно-приводні колеса. Технічна характеристика: ширина захвату – 3,6 м, продуктивність – 5,4 га/год, ширина міжрядь – 15 см, кількість висівних апаратів – 24, робоча швидкість – 12 км/год

Сівалка зернотукова рядкова СЗШП-3,6 (замість сівалки зернотукової універсальної СЗ-3,6). Універсальна причіпна шеренгова беззчіпкова секційна сівалка призначена для рядкового (із шириною міжрядь 15 см) висіву зернових і зернобобових культур з одночасним внесенням у рядки гранульованих мінеральних добрив. Технічна характеристика аналогічна характеристиці СЗП-3,6. Одна секція сівалки СЗШП-3,6 агрегується з тракторами тягового класу 0,9-1,4, дві секції СЗШП-7,2 – з тракторами класу 2-3, три секції СЗШП-10,8 – з тракторами типу Т-150 і чотири секції СЗШП-14,4 – з тракторами К-700, К-701.

Сівалка-культиватор зернова стерньова СЗС-2,1 за один прохід виконує чотири технологічні операції: культивацію, підрізання бур'янів, внесення добрив, сівбу, прикотковування насіння в рядках на безпліцево оброблених або необроблених стерньових полях. Широко використовується на післяжнивних посівах. Ширина її захвату – 2,1 м, міжрядь – 23 см, а продуктивність п'ятисівалкового агрегату з трактором К-700, К-701 при робочій швидкості 9 км/год – до 10 га/год.

Сівалка-культиватор зернова стерньова СЗС-2, СЗС-6 і СЗС-12 (замість сівалки-культиватора СЗС-2,1) – комбінована зернотукова причіпна, шеренгова, широкозахватна, секційна. Призначена для рядкової сівби зернових та зернобобових культур з одночасним підрізанням бур'янів, внесенням добрив і прикотковуванням ґрунту в засія-

них рядках на безполицево оброблених або необроблених стерньових полях. Ширина міжрядь змінна – від 18 до 23 см. Продуктивність її в агрегаті з Т-150 за годину роботи – 6,3 га при робочій швидкості до 10 км/год. Одна секція сівалки-культиватора СЗС-6 із шириною захвату 6,3 м агрегується з тракторами тягового класу 3, дві секції СЗС-12 – з тракторами класу 5.

Луцильний-сівалка причіпна ЛДС-6 призначена для одночасного проведення передпосівного обробітку ґрунту (луцення) на полях із збереженням стерні, сівби зернових культур з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив і післяпосівного прикотковування. Ця комбінована причіпна гідрофікована машина складається з луцильника з одностороннім розміщенням дискових батарей, зернової і тукової сівалок. Основні вузли: рама, заднє колесо, механізми польового і переднього борозенного коліс, механізм керування колесами, дискові батареї з механізмом піднімання, ящик зернотуковий, туконасіннепроводи, механізм приводу, борінки з плоскими дисками і причіп.

Сівалка зернотукова для гірських схилів СЗГ-2,4 призначена для рядкової сівби насіння зернових, зернобобових культур і трав з одночасним внесенням у ґрунт гранульованих мінеральних добрив на ділянках крутизною до 13° впоперек схилу. Ширина її захвату – 2,4 м, продуктивність за годину основного часу роботи при робочій швидкості до 6 км/год становить 1,2 га. Сівалка напівнавісна, гідрофікована, агрегується з тракторами МТЗ-82К, МТЗ-52Н, МТЗ-82Н, Т-40АНМ і рівноцінними їм тракторами тягових класів 0,9 та 1,4.

Дослідження та аналіз практики показали, що сівалки-культиватори зернові стерньові СЗС-2,1М доцільніше застосовувати на схилах крутизною до 2°. При крутизні 3° і установці сівалки на середню глибину 5 см крайній сошник знизу схилу загортає насіння на 2-3 см, а той, що йде вгору по схилу, – на 8 см. Із збільшенням крутизни схилу до 5° сошник, що працює знизу, висіває насіння на поверхню ґрунту, а зверху схилу – на глибину 10 см. Істотним недоліком сівалок СЗС-2,1М є те, що вони на схилах погано копіюють рельєф. Сівалки СЗС-2,1 СЗП-3,6 перевіряли на сівбі ярих та озимих культур. Доведено, що СЗП-3,6 на сівбі ярих культур можна застосовувати при вологості середньосуглинкового ґрунту до 24%. При більшій вологості спостерігається залипання прикотковувальних котків та винесення

ними насіння з ґрунту. Вологість ґрунту в період сівби ярих культур, як правило, перевищує 24%, тому сівалку СЗП-3,6 з котками не можна використовувати на цій операції.

Те саме можна сказати й про сівалку СЗС-2,1. Причому, залипання прикотковувальних котків збільшується, якщо замість прямих наральників застосовувати стрілочасті лапи. Якщо на поверхні ґрунту є сухий шар товщиною до 5 см, то сівалки СЗП-3,6 і СЗС-2,1 працюють надовільно.

Багаторічною перевіркою доведено, що СЗП-3,6 і СЗС-2,1 недоцільно застосовувати для сівби ярих культур при високій вологості ґрунту, тому що в них залипають прикотковувальні котки й сошники (у СЗС-2,1). Сівалку СЗП-3,6 можна використовувати на сівбі ярих культур без котків з опорно-приводними колесами. Вона краще агрегується із зчіпкою, ніж СЗ-3,6, її конструкція дає змогу складати шеренгові агрегати, зручні в роботі та обслуговуванні.

Результати наукових досліджень та узагальнення практичних даних свідчать, що найбільш придатними для більшості районів України є зернотукові пресові сівалки СЗП-3,6. Універсальність їх виявилася в тому, що при сівбі озимих вони можуть бути пресовими. У вологих умовах котки знімають, і СЗП-3,6 працює, як СЗ-3,6. Більшу перевагу вона має перед стерньовими сівалками в північному Степу й Лісостепу: робить вужчі міжряддя (15 см замість 23 см), що підвищує стійкість посівів проти пригнічення бур'янами (табл. 50) (Шикун М.К., 1987).

Таблиця 50 – Урожайність озимої пшениці при безплужному обробітку ґрунту залежно від застосовуваних сівалок в учгоспі “Ювілейний” Полтавського СГП за 1975-1979 рр., ц/га

Варіант дослідю	Урожайність озимої пшениці за 1975-1978 рр. при сівбі сівалками		Урожайність озимої пшениці за 1979 р. при сівбі сівалками		
	СЗ-3,6	СЗС-2,1	СЗ-3,6	СЗП-3,6	СЗС-2,1
Оранка на глибину 20-22 см	34,2	26,1	28,4	30,3	19,2
Розпушування БДТ-8 на 10-12 см	37,5	29,1	30,4	31,9	21,5
Розпушування КПП-2,2 на 8-10 см	36,2	27,8	30,6	32,7	21,6
Розпушування КПЭ-3,8 на 8-10 см	36,7	29,4	31,3	33,2	21,6

Проте стерньові сівалки дуже ефективні для сівби післяжнивних культур. Вони дають змогу без попереднього обробітку ґрунту висівати в стерню післяжнивних культур, а отже, виграти час вегетаційного періоду і зберегти лімітуючу ґрунтову вологу. Застосування СЗС-2,1 ефективно і на сівбі озимих, якщо час збирання попередника і сівби озимини збігається, а також, коли на поверхні багато післяжнивних решток або потрібна культивування, а вологість ґрунту в межах критичної. Проведення сівби одночасно з культивуванням дає змогу уникнути висушування ґрунту і забезпечити дружні сходи.

Серійні машини для вирощування просапних культур в агрегаті з колісними тракторами можна застосовувати на схилах крутизною менше 2,1°, на крутіших більше підрізується культурних рослин через сповзання і перекис культиватора. В Інституті захисту ґрунтів від ерозії УААН розроблено уніфікований стабілізатор до просапних культиваторів КОН-2, 8 ПМ і КРН-4,2, опорні колеса яких регулюються автоматично. У виконавчому механізмі використано серійну гідроапаратуру. На схилі крутизною до 7,7° стабілізатор зменшує підрізання культурних рослин від 24,7 до 3,3 %.

Для захисту ґрунту від водної ерозії на посівах просапних культур рекомендується використовувати борознопереривач ППБ-0,6А – для створення переривчастих борозен. Цю операцію виконують під час останнього міжрядного обробітку. Проте найефективнішою технологією вирощування просапних культур виявилася індустріальна, що передбачає поєднання обробітку ґрунту, смугового (в зоні рядка) внесення гербіцидів та сівби при одному міжрядному обробітку посівів. Для зменшення стоку води і змивання ґрунту при цьому слід поєднувати міжрядний обробіток із щільованням ґрунту в міжряддях. Кращу якість робіт забезпечує робочий орган, виготовлений на базі розпушувальної долотоподібної лапи бурякового культиватора УСМК-5,4Б. Стояк цієї лапи треба обладнати змінним подовжувачем, що дає змогу робити щільнину глибиною 18-20 см. Такий щільноріз добре заглиблюється в ґрунт і не вигортає брил. Установлені за ними однобічні лапи закривають щільнину розпушеним ґрунтом. У разі потреби щільнорізи можна встановити на кожній секції. Трактор МТЗ-80 добре агрегується з культиватором КРН-4,2, обладнаним сімома щільнорізами.

Перевірка серійних протиерозійних машин показала, що, незважаючи на виявлені недоліки, майже всі вони відповідають основним

агротехнічним вимогам, що ставляться до ґрунтозахисної техніки, і можуть увійти до комплексу машин для вирощування сільськогосподарських культур за ґрунтозахисною технологією.

При розробці системи машин для ґрунтозахисного землеробства на перспективу слід звернути увагу передусім на комбіновані ґрунтообробні знаряддя, які дають значний енерго- та ґрунтозберігаючий ефект.

2.3. Комплексні заходи боротьби з іригаційною ерозією ґрунтів

2.3.1. Фактори розвитку іригаційної ерозії

Іригаційна (поливна) ерозія виникає частіше після зрошення по борознах або напуском. Проте і за сучасних способів зрошення може виникнути поливна ерозія – через значне збільшення інтенсивності дощування (4-6 мм/хв), особливо на схилах при вираженому мікрорельєфі і великій тривалості поливу. Із збільшенням інтенсивності дощування, як правило, збільшуються розмір краплин і їх руйнівна сила.

Значні руйнування у вигляді змиву та струменевого розмивання бувають при значному нахилі карти (більше 0,005-0,015), подачі великого струменя в борозну або великої кількості води при поливі напуском. Часто ґрунт пошкоджується при скиданні надлишку води на незахищений схил. Через зміну уклону порушується режим зрошення, тому на картах потрібне нове планування, нарізування поливних борозен або їх очищення. Неправильно влаштовані розподільні та зрошувальні канали розмиваються або замулюються. Неправильно подана на поле вода так само руйнує ґрунт, як і стік опадів.

Для оцінки небезпеки ерозії ґрунту запропонований ряд методів, з яких найбільшого поширення набули якісні методи. Для оцінки потенційної небезпеки ерозії ґрунтів М.М. Заславський (1973) запропонував враховувати такі фактори: кліматичні, рельєф, ґрунтові показники та ґрунтозахисну дію рослинного покриву, причому в деяких випадках оцінювання потенційної небезпеки ерозії можливе і без урахування фактора рослинності.

Розглядаючи питання потенційної небезпеки ерозії ґрунту при поливі по борознах, слід зазначити, що роль кліматичного фактора тут

виконують елементи технології поливу (витрата води, тривалість поливу). М.С. Кузнецов (1977) запропонував в оцінці потенційної небезпеки іригаційної ерозії ґрунту враховувати елементи технології поливу, розраховані за водопроникністю ґрунту без урахування його протиерозійної стійкості.

До важливих морфометричних показників рельєфу М.М. Заславський (1973) відніс крутизну, довжину, форму поздовжнього профілю та експозиції схилів. В оцінці потенційної небезпеки ерозії ґрунту при поливі по борознах з перелічених показників необхідно враховувати крутизну і форму схилу. Роль довжини схилу в цьому випадку відіграє довжина борозни.

Серед ґрунтових показників безпосередньо на потенційну небезпеку іригаційної ерозії впливають два з них – протиерозійна стійкість ґрунту та його водопроникність. Такі показники, як генетичний тип, механічний і мінералогічний склад, ступінь змитості ґрунту, побічно впливають через один або обидва зазначені вище показники.

Інтенсивність іригаційної ерозії залежить переважно від співвідношення еродуючого впливу потоку води і здатності ґрунту чинити опір цьому впливові, тобто від протиерозійної стійкості ґрунту. Величина еродуючого впливу потоку води залежить здебільшого від його швидкості, яка, у свою чергу, визначається глибиною потоку та його нахилом. На основі цього очевидний також вплив витрат води, які залежать від швидкості і живого перетину потоку та, відповідно, від його глибини на інтенсивність змивання ґрунту.

Витрати води в поливні борозни. Дослідники, які займалися іригаційною ерозією ґрунтів, відзначали збільшення змиву ґрунту при зростанні витрати води в поливні борозни. За даними Р.Г. Джгерена (1977), для ґрунтів Грузії між змивом і витратою води існує залежність, близька до лінійної. Дещо стрімкіше збільшення змиву при зростанні витрати води відзначав у праці Ю.П. Поляков (1977) для ґрунтів північного Кавказу.

Дослідженнями Б.Ф. Камбарова (1972) в Узбекистані доведено, що змив сірозему при поливі по борознах пропорційний 1 м^3 витрат води. Відмінності в оцінці впливу витрат води на інтенсивність змиву пояснюються, очевидно, відмінностями у властивостях ґрунтів: чим менша водотривкість, тим сильніше виявляється вплив витрат води. Для найбільш водостійких ґрунтів Грузії інтенсивність змиву пропо-

рційна витраті першого ступеня, а для найменш водотривких сіроземних ґрунтів – третього.

Вплив витрат води при різних уклонах поверхні неоднаковий. Чим більший уклон, тим більшу роль у виносі ґрунту відіграє величина поливного струменя. Х. Халедамов (1975) вважає, що вплив витрат води особливо виявляється на схилах крутизною понад 0,01. За його спостереженнями, триразове збільшення витрати води при уклонах 0,001 і 0,01 збільшує змив удвічі, а при 0,05 – у 5-10 разів.

Нахил поливних борозен і форма схилу. Вплив нахилу поливних борозен на інтенсивність змивання цілком очевидний. Проте ступінь цього впливу, на думку різних авторів, неоднаковий. За даними Ю.П. Полякова (1974), для ґрунтів Ростовської області збільшення нахилу з 0,0046 до 0,01, тобто в 2,2 рази, збільшує змив у середньому в 1,5 рази, а подальше збільшення нахилу в 1,8 рази – в 1,4 рази. Отже, для досить водотривких ґрунтів зростання змиву відстає від збільшення нахилу. Проте Є.С. Акопов (1963), який проводив досліди на безструктурних ґрунтах Вірменії, дійшов протилежного висновку: збільшення змиву майже удвічі випереджає зростання нахилу. Б.Ф. Камбаров (1972) показав, що змив сіроземів пропорційний нахилу в ступені 2,1. Очевидно, вплив нахилу, так само, як і витрата води, на змив ґрунту залежить від водостійкості останнього. Форма схилу також відіграє велику роль у процесі іригаційної ерозії ґрунтів. Оптимальним слід вважати такий профіль поливних борозен, за якого максимальним витратам води відповідають малі уклони, а мінімальним – максимальні. При поливі по борознах цим вимогам відповідають опуклі профілі на поливних борознах. Для повного усунення можливості виносу ґрунту за межі поливної борозни доцільно в кінці її зробити увігнуту ділянку для акумуляції наносів протяжністю не більше $1/10$ - $1/6$ загальної довжини поливної ділянки. Щоб одночасно задовольнити вимоги запобігання ерозії і забезпечення достатньої рівномірності зволоження, поливна борозна повинна мати *верхню (опуклу) зону* з допустимим відхиленням мінімальних значень від максимальних від 1:10 (при середньому нахилі борозен 0,0028) до 1:5 (при середньому нахилі 0,02) і *нижню (увігнуту) зону* із зміною нахилу не менше 3:1.

Довжина поливних борозен. Щодо впливу довжини поливних борозен на змив ґрунту існують різні думки. Є.С. Акопов (1963), С. Тарноручький (1974), наприклад, вважають, що із збільшенням

довжини борозни змив зростає. Протилежних поглядів дотримуються К.А. Жарова (1963), С. Ісаков (1977), Ю.П. Поляков (1979) та ін.

Вплив довжини борозни на змив ґрунту при поливі по борознах зумовлений зменшенням витрати води при збільшенні відстані від головної частини борозни в результаті просочування води в ґрунт. Н.К. Насиров (1974) із співавторами запропонували лінійну залежність витрати води в будь-якому перетині поливної борозни на сіроземних відстані до цього перетину.

Із зменшенням витрати води зменшується швидкість потоку. Тому найбільший змив ґрунту спостерігається в головній частині борозни, а потім зменшується і згодом зовсім припиняється. Зона змиву замінюється зоною транзиту наносів, а потім зоною акумуляції. Якщо під час поливу вода в кінці борозни не скидається, то ґрунт не виноситься за межі, проте переміщення його всередині борозни зверху вниз все ж відбувається. Чим більша витрата води, тим далі вниз поширюється зона змиву. Ю.П. Поляков (1979) відзначає, що при нахилі 0,03 і поливних струменях до 0,2 л/с в кінці 100-метрового відрізка спостерігається відкладання ґрунту. Проте при струменях від 0,4 до 2 л/с і такому ж нахилі ґрунтовий матеріал відкладається лише на ділянці 200-250 м. З цього випливає, що при одній і тій же витраті води із збільшенням довжини борозни змив має зменшуватись. Збільшення змиву при збільшенні довжини борозни, що спостерігається в деяких випадках на практиці, пов'язане з тим, що у довгі борозни призначають більші витрати води. Проте в цьому випадку причиною змиву є не довжина борозни, а велика витрата води.

Тривалість поливу. Із збільшенням тривалості поливу загальний змив зростає нерівномірно: особливо велика мутність потоку і відповідно, найбільший винос ґрунту спостерігається на початку поливу, переважно в головній частині борозни. Тут у перші хвилини після пуску води в борозну формується так звана "проривна хвиля" із швидкості потоку, яка значно перевищує швидкість, що має бути при усталеному режимі руху води. Крім того, сам ґрунт дна борозни внаслідок швидкого змочування водою розпливається в безструктурну, легко розмивну масу. Це пояснюється тим, що сухий ґрунт містить багато адсорбованого повітря, котре при витісненні його водою різко розширюється і розриває внутрішньо- та міжагрегатні зв'язки (Павлов Г., 1930; Качинський Н.А., 1963, 1965; Кузнецов А.И., 1981).

Зменшення інтенсивності змиву ґрунтів при збільшенні тривалості поливу пов'язане також із зменшенням на поверхні кількості легко-відділюваних частинок і з формуванням своєрідного "фундаменту" з більш водотривких агрегатів (Поляков Ю., Поляков В., 1972). За даними Р.Г. Джгереная (1977), для умов Грузії мутність поливного струменя пропорційна кореню квадратному із часу поливу.

Водопроникність і протиерозійна стійкість ґрунтів. Властивості ґрунтів сильно впливають на інтенсивність змиву. Водопроникність ґрунтів і їх протиерозійна стійкість – це два інтегральних показники, через які інші властивості ґрунтів впливають на ерозійні процеси.

Водопроникність ґрунту залежить переважно від вмісту в ньому великих некапілярних проміжків. У цілих ґрунтах вони створюються переважно червами, комахами, землерийними тваринами, а також при відмиранні і перегниванні великих коренів. В оброблюваних ґрунтах ці фактори відіграють меншу роль: водопроникність таких ґрунтів зумовлена водостійкістю структури, яка залежить від багатьох інших властивостей ґрунту. Д.Л. Арманд (1961) об'єднав усі ці властивості у два показники – генетичний тип ґрунту та його механічний склад. Водопроникність малогумусних ґрунтів сіроземної зони, які мало відрізняються за вмістом органічної речовини, залежить переважно від механічного складу. Н.Г. Лактаєв (1978) запропонував класифікацію малостійких ґрунтів за водопроникністю, яка ґрунтується на врахуванні механічного складу шарів ґрунту 0-30 і 30-100 см і дає змогу вибирати елементи технології поливу по борознах. Відповідно до цього для ґрунтів легкого механічного складу рекомендуються максимальні витрати води в борозну, для важких – мінімальні.

Природно, що за всіх інших рівних умов ґрунти з високою водопроникністю еродуються менше, ніж із зниженою, тому що на перших формується менший стік з меншими швидкостями води, ніж на других. Проте інтенсивність змиву залежить від протиерозійної стійкості ґрунтів.

Не завжди ґрунти з високою водопроникністю мають високу протиерозійну стійкість, тому в реальних умовах вони (наприклад, легкі ґрунти) можуть еродуватися сильніше, ніж ґрунти з низькою водопроникністю (важкі за механічним складом).

Важливим фактором протиерозійної стійкості ґрунтів є водотривкість їх структури, яка залежить від інших внутрішніх властивостей ґрунтів: вмісту і складу гумусу, механічного та мінералогічного складу, ємкості поглинання, складу обмінних основ, а також від вологості ґрунту. Дослідження М.С. Кузнецова (1981) експериментально довели тісну залежність протиерозійної стійкості розпушених орних горизонтів від вмісту гумусу, механічного складу і коефіцієнта дисперсності (за Н.А. Качинським). При цьому зміна вмісту гумусу в ґрунтах від 0,3 до 1,3 % помітно не позначається на їх протиерозійній стійкості. Тому поки що невідомо, який вміст гумусу починає позитивно впливати на стійкість сіроземних та інших ґрунтів проти змиву.

Вплив механічного складу ґрунту особливо помітний на попередньо зволжених ґрунтах. Повільне капілярне зволоження ґрунту приводить до поступового витіснення адсорбованого і вільного повітря, в результаті чого різко знижується його руйнівна дія на ґрунтову структуру при взаємодії її з потоком води. Це особливо помітно на ґрунтах важкого механічного складу, які мають велику питому поверхню. Щільність складення ґрунту по-різному позначається на його водопроникності та протиерозійній стійкості. Із збільшенням об'ємної маси ґрунту його водопроникність зменшується, а протиерозійна стійкість – збільшується. Причому, помітне збільшення починається з об'ємної маси 1,2 г/см³ (Кузнецов М.С., 1981).

Протиерозійна стійкість щільних горизонтів ґрунту залежить не тільки від водотривкості окремих ґрунтових агрегатів, тобто внутрішньоагрегатного зчеплення, а й від міжагрегатного. Воно може бути зумовлене зв'язуючою дією коренів рослин, грибів і актиноміцетів, злипанням агрегатів, тобто силами водно-колоїдного походження, а також цементуючою дією органо-мінеральних і мінеральних сполук.

Зв'язок між протиерозійною стійкістю ґрунтів та їх фізичними властивостями виявився настільки тісним, що стало можливим ввести розрахункові формули, які пов'язують критерій протиерозійної стійкості – розмивну швидкість потоку – за параметрами, що характеризують ці властивості ґрунтів. Якщо даних для точного розрахунку величини розмивної швидкості немає, то для приблизної її оцінки можна користуватися наведеними в таблиці 51 значеннями розмивної швидкості потоку при глибині 1 см для ґрунтів у водонасиченому

стані. Така глибина вибрана для зручності перерахунку розмивної швидкості на інші глибини потоку.

Таблиця 51 – Протиерозійна стійкість ґрунтів різного генетичного типу

Протиерозійна стійкість	Розмивна швидкість потоку глибиною 1 см, см/с	Горизонти, ґрунти	
Дуже низька	10-15	Розпушені орні горизонти з об'ємною масою $\leq 1,2$ г/см ³ без рослинності	Сіроземи будь-якого механічного складу, світлокаштанові ґрунти легкого механічного складу, дерново-підзолисті ґрунти легкого механічного складу на лесовидних суглинках
Низька	15-20	Розпушені орні горизонти з об'ємною масою $\leq 1,2$ г/см ³ під зерновими культурами	ґрунти будь-якого типу і механічного складу
Середня	20-30	Орні горизонти з об'ємною масою $> 1,2$ г/см ³ без рослинності або під зерновими культурами, підзолисті горизонти і перехідні горизонти деревно-підзолистих і сірих лісових ґрунтів з високим вмістом кремнеземної присипки, нижні горизонти ґрунтів аридної зони	
Висока	30-50	Орні горизонти ґрунтів під нормально розвиненими травами і зернобобовими сумішами, підорні і глибші горизонти, крім перелічених вище	
Дуже висока	50	Орні горизонти ґрунтів під добре розвиненими багаторічними травами, верхні горизонти ґрунтів під лучною і цільною трав'янистою рослинністю, а також під добре розвинутою трав'янистою рослинністю в лісах	

Розрахунки, пов'язані з прогнозом іригаційної ерозії ґрунтів при поливах напуском і з проектуванням відповідних протиерозійних заходів, дають змогу точніше оцінити протиерозійну стійкість ґрунту. У таблиці 52 наведено наближені значення донної розмивної швидкості потоку $V_{\Delta p}$ для розпушених сухих орних горизонтів ґрунтів, а також величини виступів шорсткості русла (Δ).

Для ґрунтів у борознах, які поливаються без культивування (при об'ємній масі більш як 1,2 г/см³), наведені в таблиці 51 значення донної розмивної швидкості треба збільшити в 1,5 рази. Наведені значення $V_{\Delta p}$ і Δ характерні для сухого ґрунту. Для вологого ґрунту величину $V_{\Delta p}$ потрібно збільшити в 1,5 рази для супісків і легких суглинків і

удвічі – для важкого механічного складу; величину Δ треба збільшити в 2,2 рази для супісків і легких суглинків і в 4 рази – для середніх, важких суглинків і глин.

Таблиця 52 – Протієрозійна стійкість розпушених орних горизонтів ґрунтів

Ґрунт	$V_{\Delta p}$, м/с	Δ , м
Сірозем	$5 \cdot 10^{-2}$	$0,15 \cdot 10^{-3}$
Світло-каштановий	$6 \cdot 10^{-2}$	$0,23 \cdot 10^{-3}$
Передкавказький чорнозем	$8 \cdot 10^{-2}$	$0,43 \cdot 10^{-3}$
Звичайний чорнозем	$9 \cdot 10^{-2}$	$0,55 \cdot 10^{-3}$
Потужний чорнозем	$1 \cdot 10^{-1}$	$0,72 \cdot 10^{-3}$

2.3.2. Заходи запобігання іригаційній ерозії і боротьби з нею

Полив допустимими (за умови нерозмивності ґрунту) витратами води. Дослідження Ц.Е. Миріцхулаві (1970) та М.С. Кузнецова (1981) показали, що іригаційна ерозія не виникає, якщо швидкість потоку в головній частині борозни не перевищує так звану допустиму швидкість, яка становить 0,8 розмивної швидкості. Інакше кажучи, певне переміщення частинок з верхньої частини борозни в нижню все-таки відбувається, проте середні для верхньої 50-метрової ділянки втрати не перевищують допустимої норми змиву (2,0-2,5 т/га за рік для сіроземів).

Протієрозійні заходи мають бути спрямовані на те, щоб не допустити збільшення швидкості потоку вище допустимої. Цього досягають або зменшенням швидкості потоку в поливній борозні, або підвищенням розмивної швидкості. Знижувати швидкість потоку можна підвищенням шорсткості поверхні, зменшенням витрат води та нахилу борозен.

Одним з протієрозійних заходів є полив допустимою витратою води, тобто витратою, за якої швидкість потоку в головній частині борозни не перевищує допустимої, а змив води не перевищує швидкості ґрунтоутворення. Допустиму витрату води визначають за формулою Шезі, Павловського та іншими формулами гідравліки. Найбільше розроблена схема розрахунків, запропонована В.Я. Григор'євим та ін. (1978):

$$r_{gon} = W/v_{gon}$$

де r_{gon} – допустима витрата води в борозну, м³/с; w – живий перетин потоку, м²; v_{gon} – допустима середня швидкість потоку, м/с.

$$v_{gon} = 0,8 \cdot v_p$$

де v_p – розмивна швидкість, м/с.

За літературними даними, допустимі витрати води для ґрунтів, навіть близьких за своїми властивостями, у різних авторів значно відрізняються. Це зумовлено відмінностями у допустимих величинах змиву, які приймаються різними авторами, у швидкості потоку, а також у значеннях коефіцієнта шорсткості. Тому дуже важливо знати значення цих параметрів для кожного ґрунтового різновиду.

Д.Я. Михайлов (1949) дає такі допустимі витрати води в борозну для темних сіроземів і каштанових ґрунтів: при нахилах 0,2-0,3; 0,015-0,02 і 0,005-0,01 – відповідно 0,05-0,025; 0,15-0,05 і 0,25 л/с. До цих цифр близькі дані, отримані М.С. Кузнецовим (1981) для світлих сіроземів: на схилах 0,04; 0,01, 0,005 і 0,002 – відповідно 0,03 л/с; 0,17; 0,39 і 0,81 л/с залежно від механічного складу ґрунту.

У ряді праць рекомендуються значно більші витрати води (Жарова К.А., 1961; Камбаров Б.Ф., 1972). К.А. Жарова (1961) наводить два варіанти допустимих витрат води для одної і тієї ж допустимої швидкості – 0,20 м/с і два різних значення коефіцієнтів шорсткості – 0,017 і 0,028. Витрату води визначали за умови не переливу борозен.

Результати розрахунків (табл. 53) свідчать, що допустимі за умови нерозмивності ґрунту витрати води досить малі і близькі до отриманих М.С. Кузнецовим (1981) і Д.Я. Михайловим (1949) показників. При нахилах понад 0,01 ці витрати води не можуть забезпечити полив борозен навіть до 100 м завдовжки.

Таблиця 53 – Допустимі (за умови нерозмивності ґрунту) витрати води в поливній борозні

Механічний склад ґрунту	Варіант досліду	Допустима витрата води, л/с, при нахилах поливних борозен						
		0,04	0,02	0,01	0,007	0,005	0,002	0,001
Супіщаний і суглинковий	Повітряно-сухий ґрунт	0,03	0,06	0,13	0,19	0,29	0,84	1,46*
Супіщаний і суглинковий	Зволожений ґрунт	0,05	0,12	0,15	0,22	0,33	0,98	1,46*
Середньо- і важко суглинковий	Те саме	0,06	0,13	0,29	0,46	0,67	2,01	1,46*

Примітка. *Витрати води визначали за умови непереливності борозен.

Полив по скошених і контурних борознах. Зменшити нахил поливних борозен можна нарізуванням так званих скошених, прокладених під гострим кутом до горизонталей, і контурних борозен, прокладених в напрямку, близькому до горизонталей. При складному рельєфі зрозумілим є прагнення поливати в напрямку найбільшого нахилу, бо інакше вода застоюватиметься в пониженнях і переливатиметься в розміщену вище борозну. Проте після планування є можливість нарізати борозни і в напрямку менших нахилів і, нарешті, майже по горизонталях, надаючи борознам мінімального нахилу 0,001-0,002. Контурне зрошення різко зменшує ерозію, дає змогу збільшити витрати води в борозни, а отже – і їх довжину, що підвищує продуктивність праці поливальників.

Проте для подачі води в контурні борозни тимчасові зрошувачі і вивідні борозни повинні розміщуватися за найбільшим нахилом, внаслідок чого може виникнути небезпека їх розмивання. Тому необхідно замінити їх мережею поливних трубопроводів. Полив по контурних борознах потребує старанного планування поверхні, щоб уникнути зворотних нахилів на окремих ділянках борозен. Крім того, контурні поливні борозни треба робити глибшими, щоб ліквідувати небезпеку прориву води в нижню борозну. Для цього, у свою чергу, необхідно збільшити ширину міжрядь з 60 до 90 см, що може негативно вплинути на врожайність вирощуваних сільськогосподарських культур. До недоліків контурного поливу можна віднести також сповзання трактора вниз по схилу при його крутизні понад 10° . Зазначені труднощі стримують широке застосування контурного зрошення, хоча полив по скошених борознах у господарствах застосовується часто.

Цікавий метод зміни нахилу борозен через нарізування хвилястих борозен запропонований у Таджикистані. Борозни роблять спеціальними котками, які начіплюють за культивуючими робочими органами. При цьому утворюються мілкі борозни шириною 4-6 см і глибиною 3-4 см. При поливі по хвилястих мікроборознах зменшується змив ґрунту в 20-30 разів, збільшується рівномірність зволоження по ширині міжрядь до кінця борозни, зменшується поверхневий скид. Результати, наведені в таблиці 53, прийняті для визначення допустимих витрат води в борозни, прокладені під кутом до напрямку схилу (скошені й контурні). Для цього потрібно визначити фактичний нахил цих борозен і підібрати відповідну для нього допустиму витрату води.

Попереднє зволоження верхньої частини поливних борозен малими витратами води. В боротьбі з іригаційною ерозією дуже перспективними зарекомендували себе заходи щодо підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів. Один з них – метод зволоження поливних борозен перед поливом малими витратами води. Дослідженнями багатьох авторів було доведено підвищення водо- та протиерозійної стійкості ґрунтів у разі їх попереднього зволоження.

Вплив попереднього зволоження на змив ґрунту безпосередньо в поливних борознах спостерігали М.Казієв, І.Халілов (1959) і М.С.Кузнецов (1981). При попередньому замочуванні поливних борозен малими витратами води їх стінки зволожуються повільно, капілярно. Основний полив здійснюють через деякий час після попереднього зволоження. М. Казієв та І. Халілов (1959) пропонують змочувати всю борозну. Проте це затягує час поливу і спричинює перезволоження верхньої частини борозни; достатньо зволожити верхні 20-30 м і залишити борозну на ніч в такому стані, а вранці провести основний полив великими витратами води. За даними М.С. Кузнецова (1981), попереднє зволоження підвищує донні розмивні швидкості середньо- і важкосуглинкових ґрунтів з 4,4 до 7,7 см/с, а легкосуглинкових і супіщаних – з 4,1 до 5,2 см/с. При цьому допустимі витрати води зростають відповідно в 1,7 і 1,2 рази.

Дані, визначені для сіроземів також свідчать про те, що попереднє зволоження поливних борозен малими витратами води може, особливо на важких ґрунтах, значно (більш як удвічі) збільшувати допустимі витрати води.

Підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів за допомогою полімерів. Перспективним методом підвищення протиерозійної стійкості ґрунтів є обробіток їх полімерами-структуроутворювачами, латексами, іншими матеріалами.

Збільшення розмірів структурних агрегатів ґрунту при застосуванні склеюючих матеріалів зумовлює підвищення його некапілярної пористості і загальне збільшення водопроникності та стійкості проти роздрібнення агрегатів і перенесення їх струменями води.

На дерново-підзолистих, чорноземних, світло-каштанових ґрунтах і зрошуваних сіроземах при використанні полімерів у дозах 0,01; 0,05; 0,1; 0,2 % маси ґрунту в ньому підвищується вміст усіх агрегатів (особливо великих), підвищується водопроникність і знижуються

втрати вологи на випаровування, активізується бактеріальна частина мікрофлори, поліпшуються технологічні властивості ґрунту.

Група полімерних хімічних матеріалів (криліуми), синтезованих на основі акрилової, метакрилової і малеїнової органічних кислот, та гумати випробовуються з 50-х років. Агрегати ґрунту під впливом полімерів набувають більшої водостійкості, ніж утворені з розпиленних ґрунтових частинок.

У колишньому СРСР був налагоджений промисловий випуск препаратів К-4, К-6, ГИПАН, ПАА, сополімер УШ, а в США – поліакриламід, АМА, НРА.

Післядія криліумів триває 3-5 років. Найбільш тривала післядія (до 6 років) у препараті К-4. Внесення цих препаратів у вигляді розчину або порошку в орний (чи підорний) горизонт збільшує кількість водостійких агрегатів на 18-30 %, а в деяких випадках – до 60 % і більше. Майже всі полімери є азотними добривами, оскільки містять доступний азот і підвищують врожай по фоні РК на 42-67 %, а по фоні НРК – не більше як на 50 %.

Нові структуроутворювачі (ПАР – поверхнево-активні речовини) мають не лише клеючі а й водовідштовхувальні властивості. Після внесення їх ґрунти значною мірою втрачають здатність до змочування.

Доцільним виявилось внесення малих доз ПАА і ПАР. При внесенні 150 кг/га К-4 збільшився вміст водостійких агрегатів у верхньому (0-5 см) шарі ґрунту – на 25-52 %, зменшився від 50 т/га майже до нуля змив ґрунту, знизилася мутність води – від 13 до 1,8 г/л. При цьому врожай бавовни-сирцю зростав на 4,3-5,3 ц/га, або на 14-14,2 %.

Як бачимо, ефективність застосування штучних структурантів проти ерозії ґрунту не викликає сумніву. Проте їх висока собівартість вимагає ретельної оцінки умов застосування їх з урахуванням обґрунтованості експериментів.

Препарат К-4 – це добре розчинна у воді паста кремового кольору із вмістом 10% активної речовини. Його вносять у ґрунт у вигляді водного розчину. Спочатку передбачається оструктурування всього орного шару ґрунту або його верхньої частини, проте для цього потрібна велика кількість препарату. Оскільки він досить дорогий, дослідження були спрямовані, з одного боку, на створення дешевих

препаратів, а з іншого – на вдосконалення технології внесення препарату.

У результаті великої роботи, виконаної співробітниками Інституту хімії Академії наук Узбекистану, був запропонований дешевий препарат К-9, добутий неповним омиленням у лужному середовищі відходів волокна “нітрон”, що складається з потрійного сополімеру кислот: нітрилоакрилової, метакрилової та ітаконової. К-9 випускається у вигляді однорідної водорозчинної рідини брудно-зеленого кольору, що містить 10 % активної речовини. За структуроутворюючою здатністю він наближається до К-4, проте його вартість майже удвічі менша.

Значними є досягнення в удосконаленні методів обробітку ґрунту полімерами. Спільними зусиллями багатьох науково-дослідних установ розроблена нова технологія їх внесення. Вона передбачає обрискування розчином смуг ґрунту шириною 10-12 см по дну поливних борозен перед кожним поливом без наступного розпушування і перемішування ґрунту. Одноразова витрата препарату при цьому значно зменшується і становить 15-30 кг/га, а за вегетаційний період – 455-90 кг/га. Ефективність цього прийому в боротьбі з іригаційною ерозією була підтверджена у праці Х. Хаддамова (1975).

Проте, незважаючи на значну кількість праць з питань застосування полімерів-структуроутворювачів у боротьбі з іригаційною ерозією ґрунтів, дуже слабо відпрацьоване питання про вибір раціональної технології поливу при застосуванні тих чи інших доз препаратів. Лише в праці М.С. Кузнецова та ін. (1976) наведено допустимі (за умови нерозмивності ґрунту) витрати води в поливні борозни на типовому середньосуглинковому сіроземі при дозах К-420 і 40 кг/га.

Подібні дослідження були проведені для більш перспективного препарату К-9 в широкому діапазоні його доз – від 5 до 40 кг/га. Для того, щоб визначити донні допустимі швидкості потоку і шорсткість дна, був використаний середній ерозійний лоток. Добуті результати засвідчили, що при малих дозах полімеру протиерозійна ефективність одиниці препарату вища, ніж при великих. Порівняння цих результатів з даними, одержаними М.С. Кузнецовим та ін. (1976) для полімеру К-4, свідчать про те, що за ефективністю К-9 майже не поступається К-4.

За цими даними були визначені допустимі (у разі нерозмивності ґрунтів) витрати води для різних доз препарату К-9. Встановлено (табл. 54), що дія одиниці препарату досить результативна при дозах до 30 кг/га, а збільшення дози до 40 кг/га менш ефективне.

Таблиця 54 – Вплив полімеру К-9 на допустимі (у разі нерозмивності ґрунтів) витрати води в поливній борозні*

Ґрунт	Варіант дослід, кг/га	Допустима витрата води, л/с, при нахилі поливної борозни					
		0,04	0,02	0,01	0,005	0,002	0,001
Сірозем типовий середньосуглинковий	Контроль	0,03	0,06	0,13	0,24	0,84	1,46*
	5	0,05	0,13	0,20	0,36	1,03	1,46*
	10	0,07	0,15	0,36	0,89	2,05*	1,46*
	20	0,12	0,31	0,79	2,08	2,05*	1,46*
	30	0,16	0,55	1,41	3,26*	2,05*	1,46*
	40	0,18	0,60	1,64	3,26*	2,05*	1,46*

Примітка. *Витрата води визначається за умови непереливності борозен

Вибір тієї чи іншої дози до 30 кг/га залежить від крутизни схилу. При мінімальній довжині борозни 150 м потрібна витрата 0,14 л/с води. Таку кількість її можна дати в борозни з нахилом 0,04 при дозі 30 кг/га, з нахилом 0,02 – 10 кг/га, а з нахилом 0,01 – 5 кг/га. Аналогічно можна вирішувати ці проблеми і за будь-яких інших нахилів і довжини борозен.

2.3.3. Іригаційна ерозія при дощуванні та заходи боротьби з нею

Дощування є найпрогресивнішим способом поверхневого поливу. Проте і при зрошенні дощуванням, як і при поливі по борознах, можливий розвиток іригаційної ерозії. Основна причина цього – невідповідність інтенсивності дощу поглинальній здатності ґрунту при недостатньо обґрунтованому виборі дощувальної техніки. Велика інтенсивність дощу і перевищення допустимих розмірів крапель призводять до грудочкуватої структури, ущільнення верхнього шару ґрунту, утворення слабкої водопроникної ґрунтової кірки, яка є причиною утворення поверхневого стоку і змиву. Розміри іригаційної ерозії при дощуванні з параметрами дощу, що перевищують допустимі їх зна-

чення, нерідко значно більші, ніж від змивання ґрунту при нераціональній техніці поливу по борознах. Інколи змив і еродованість ґрунтів бувають настільки великими, що ставиться питання про вилучення цих земель із зрошуваних площ.

Тому, щоб запобігти іригаційній ерозії на зрошуваних землях, потрібно проводити протиерозійні заходи, насамперед обґрунтувати з урахуванням агротехнічних вимог параметри дощування (інтенсивність, енергію крапель, тривалість дощу) для відповідного вибору дощувальних машин. При розробці техніки поливу для новозрошуваних територій та оцінювання ерозійної небезпеки для зрошуваних земель необхідно знати можливі розміри іригаційної ерозії. На думку М.М. Заславського (1976), ерозійно небезпечними є землі, де поєднання природних умов створює потенційну небезпеку прискореної ерозії у разі нераціонального господарського використання. Відомо кілька методів оцінки небезпеки ерозії, що ґрунтуються на якісній, або бальній, оцінці природних умов.

Найточніша кількісна характеристика небезпеки ерозії – очікуваний обсяг змиву. Серед відомих підходів до вивчення і розрахунку очікуваних обсягів змиву ґрунту найперспективнішим є гідромеханічний, який передбачає використання теоретичних рівнянь, що впливають із сучасних уявлень про механізм ерозійного процесу. Природа цього підходу складна і багатозначна.

Розглядаючи ерозію ґрунтів як процес взаємодії водних потоків і ґрунту, всі її взаємопов'язані фактори, що змінюються в часі й просторі, можна поділити на дві групи. До *першої групи належать* такі показники: кліматичні умови, рельєф, рослинність і ґрунт, які визначають і змінюють енергію схилкових потоків. Вплив енергії схилкових потоків на інтенсивність ерозійних процесів оцінюють за швидкістю виникаючих потоків води. Відомо, що швидкість руху потоку на схилах залежить передусім від концентрації стоку, уклону і шорсткості поверхні. Такі фактори, як інтенсивність дощу, густина і проективне покриття ґрунту надземною масою рослинності, нахил і площа зрошуваної ділянки, визначають об'єм і швидкість виникаючого рідкого стоку, а отже – й еродуючу енергію схилкових потоків. Властивостями ґрунту, які безпосередньо впливають на розмивну і транспортувальну здатність потоків, є водопроникність і шорсткість його поверхні.

До другої групи відносять фактори, що визначають і змінюють протиерозійну стійкість ґрунтів, під якою розуміють опірність ґрунту змивній дії потоків і крапель води. Це переважно підземна маса рослинності, фізичні, хімічні та інші властивості ґрунту, які зумовлюють розмір водотривких ґрунтових агрегатів (частинок) і зчеплення між ними. Кількісно протиерозійну стійкість оцінюють величиною розмивної швидкості потоку, тобто найменшою його швидкістю, за якої друга похідна від інтенсивності змиву за швидкістю потоку починає зростати при збільшенні швидкості руху води (Кузнецов, М.С. 1973).

З визначення ерозії ґрунтів М.М. Заславського (1979), як “процесу змивання і розмивання ґрунту тимчасовими водотоками”, випливає, що основну роль в ерозійному процесі (перенесенні частинок) відіграють схилі потоки, що виникають під час поливів. Розмивання ґрунту краплями дощу – це один з факторів ерозії. При інтенсивному дощуванні схилів великої крутизни, навіть якщо немає стоку, ґрунт частково виноситься за межі поля, розбрикування, порівняно із загальним змивом ґрунту навіть за інтенсивних злив, становить дуже малу частку. Звичайно, удари дощових крапель значно збільшують інтенсивність змивання при струмковій ерозії, створюючи в потоці додаткову турбулентність, руйнуючи ґрунтову структуру і поповнюючи потік відірваними частинками. Проте в цілому дощові краплини створюють лише умови для ерозійної діяльності потоків і здебільшого не є головним фактором навіть у зливовій ерозії.

При поливі дощуванням стік, що утворюється у верхній частині зрошуваної ділянки, має найменшу еродуючу енергію. У міру просування вниз по схилу його швидкість і витрати стікаючої води збільшуються, що підвищує розмивну і транспортує здатність потоків.

Іригаційна ерозія при поливі дощуванням зумовлюється так званими нерусловими потоками малої глибини, що не мають виразно окреслених і постійно підтримуваних роботою води русел.

У верхніх частинах зрошуваної ділянки швидкість і глибина потоків невисокі, а їх розмивна здатність низька. Коли вони досягають розмивної швидкості і більшої, починається інтенсивне відривання і перенесення частинок. Далі потоки насичуються наносами до їх максимальної транспортуєчої спроможності. У цьому випадку в системі

потік-його дно настає рівновага між відриванням і осіданням частинок. Наявність декількох, які закономірно чергуються при дощуванні, процесів розмивання і транспортування ґрунту вимагає окремого їх вивчення.

Якщо розглядати схилі потоки тільки за їх розмивною здатністю, то у верхній частині схилу ерозії не повинно бути (так званий пояс відсутності ерозії). Однак, коли випадають дощі, потоки, які починаються з вододілу, стають найбільш каламутними. Із збільшенням відстані від межі схилу мутність дощових потоків зменшується. У перетинах на відстані 30 і 50 м від вододілу вміст частинок зменшується в 4 рази.

Дослідженнями доведено, що при дощуванні інтенсивністю 0,3-4,0 мм/хв розмивна здатність потоків (ізолюваних від впливу крапель) із швидкістю 1-11 см/с невелика, інтенсивність змиву коливається в межах від 0,02 до 1 г/с/м, рідко – більша. При спільній взаємодії дощових краплин і потоків мутність останніх збільшується в 7-20 разів.

Вплив краплин дощу на протиерозійну стійкість ґрунту досить багатогранний і залежить від енергетичних параметрів дощу, глибини потоків і властивостей ґрунтів. Аналітично описати цю залежність поки що неможливо. Водночас краплини дощу впливають на величину критичної швидкості, знижуючи водотривкість структури, міжагрегатне зчеплення і підвищуючи турбулентність потоків, що призводить до зниження протиерозійної стійкості ґрунту. Так, для ґрунтів з різною водотривкістю при глибині потоку 1-3 см інтенсивність дощу має бути від 0,2 до 4,0 мм/хв. Величина критичної швидкості (v_k) мала і змінюється в діапазоні від 0,06 до 0,02 м/с. Із збільшенням глибини потоків вплив дощових краплин на протиерозійну стійкість слабшає.

Збереження агрономічно цінної структури верхнього шару ґрунту при зрошенні – одна з найважливіших вимог до дощувальних машин. Тому дощування треба проводити з такою інтенсивністю і розміром краплин, які не спричинюють руйнування структури поверхневого шару ґрунту. За всіх способів поливу агрегатний стан поверхневого шару погіршується, проте найменшою мірою – при дощуванні. Разом з тим дощування, на відміну від поливу по борознах, відбувається одночасно по всій площі. Залежно від розміру і

швидкості падання крапель, тривалості їх механічної дії, а також властивостей ґрунтів, більша або менша половина агрономічно цінних водостійких агрегатів в шарі 0-5 см переходить у категорію розпилених мікроструктурних агрегатів розміром менше 0,25 мм. Збільшення кількості дрібних частинок призводить до ущільнення поверхневого шару й утворення поверхневої кірки, яка різко погіршує водний і повітряний режими ґрунту. Руйнування грудочкуватої структури контактного шару ґрунту знижує величину загальної пористості, що перешкоджає проникненню зрошуваної води в товщу кореневмісного шару. На поверхні ґрунту утворюються калюжі і змиви. Крім того, зменшення середнього розміру водостійких агрегатів знижує опірність ґрунту розмивній дії дощових краплин і виникаючого схилового потоку.

Руйнівну дію дощових краплин на ґрунтову структуру можна оцінити зміною середньозваженого діаметра водостійких агрегатів (d), що враховує кількість і розмір структурних окремоностей ґрунту. Величину d визначають за результатами мокрого просіювання ґрунту після впливу дощу методом Савінова. За даними структурного аналізу, цим методом з використанням аналітичних залежностей можна визначити ступінь руйнування ґрунтової структури і зміни протиерозійної стійкості ґрунтів за різних енергетичних характеристик дощу.

Проведені дослідження показали, що середньозважений діаметр водостійких агрегатів після 0,5-годинної дії дощу з розміром краплин 1,5-2 мм, характерним для багатьох дощувальних машин, змінюється залежно від інтенсивності дощу (табл. 55).

Таблиця 55 – Зміна водостійкості структури деяких ґрунтів при дощуванні

Ґрунт	Середньозважений діаметр (d), мм					
	Початковий стан ґрунту		Після впливу дощу інтенсивністю, мм/хв			
	повітряно-сухий	капілярно-зволожений	0,2	0,4	0,6	0,8
Лучно-алювіальний середньосуглинковий	0,15	0,88	0,40	0,22	0,26	0,24
Такировидний середньосуглинковий	0,22	1,11	0,40	0,26	0,28	0,22
Такий же, оброблений полімером К-9	2,40	6,30	4,20	3,80	3,40	2,2

Із збільшенням інтенсивності дощу з 0,2 до 0,8 мм/хв діаметр краплин зменшується приблизно удвічі. При цьому чим водотривкіша структура ґрунту у початковому стані, тим повільніше змінюється діаметр водотривких агрегатів. Для типових середньосуглинкових ґрунтів сіроземної зони характерне різке зниження водотривкості структури при підвищенні інтенсивності дощу від 0,2 до 0,4 мм/хв, що пояснюється малими механічною міцністю і водотривкістю структури цих ґрунтів. Очевидно, для збереження водотривкої структури ґрунту в процесі поливу інтенсивність штучного дощу не повинна перевищувати 0,2 мм/хв. Аналогічні результати одержані і при лабораторному дослідженні ґрунтових агрегатів під впливом дощових крапель з різними енергетичними характеристиками. Впливу дощу піддавалися також лучно-алювіальний середньосуглинковий і такировидний середньосуглинковий ґрунти в повітряно-сухому і попередньо зволоженому стані. Виявлено, що із збільшенням питомої сили удару крапель при інтенсивності дощу понад 0,2 мм/хв середньозважений діаметр не змінюється. Очевидно, внаслідок слабких механічної міцності і водотривкості структури досліджуваних ґрунтів ґрунтові агрегати руйнуються вже при малій енергії дощу.

Хоча при попередньому зволоженні ґрунту і збільшується їх водотривкість, значне руйнування ґрунтової структури від дощування спостерігається також при малій потужності дощу і питомій силі удару крапель. Кількість водотривких структурних агрегатів швидко зменшується, і значення середньозваженого діаметра досягають встановлених величин: для лучно-алювіального ґрунту – 0,27 мм і для такироподібного – 0,57 мм.

Найефективнішим заходом підвищення і збереження водотривкої ґрунтової структури є обробіток поверхневого шару ґрунту полімером К-9. Від дощування ґрунту, обробленого цим полімером, ґрунтові агрегати руйнуються значно повільніше, в широкому інтервалі значень питомої сили ударів краплин дощу і незначною мірою.

Другою основною вимогою успішного застосування сучасних дощувальних машин для поливу без загрози іригаційної ерозії є відповідність поглинальної здатності ґрунтів інтенсивності дощування, коли вода повністю поглинається ґрунтом без утворення

калюж і стоку. Поглинальна здатність, як і багато інших показників ґрунту, змінюється залежно від його властивостей і окультуреності. Тому при виборі техніки дощування на зрошуваних землях поглинальну здатність ґрунту визначають у кожному конкретному випадку. Слід зазначити, що потрібно вивчати поглинальну здатність гірших за ерозійним станом типових ґрунтів досліджуваного району. Очевидно, що такий стан мають ґрунти, поверхня яких не вкрита рослинністю, а вологість верхнього шару становить 55-65% загальної вологості. У такому стані ґрунт перебуває в період перших поливів, коли створюються складні умови для дощування.

Поглиноальна здатність ґрунту, як і під час процесу інфільтрації води в поливних борознах, під час поливу дощуванням не залишається незмінною. На початку поливу вона більша за інтенсивність дощу або дорівнює їй, а далі в процесі до руйнування ґрунтових агрегатів, набухання та ущільнення ґрунту інтенсивність поглинання зменшується і наближається до визначених показників. Величина і динаміка поглинання при дощуванні, на відміну від поливу по борознах, визначаються не тільки властивостями ґрунту, а й енергетичними параметрами дощу (інтенсивністю), розміром крапель, швидкістю їх падіння. Чим більші краплі, тим швидше зменшується поглинальна здатність ґрунту і швидше наближається до визначеної величини. Величина визначеної швидкості поглинання при дощуванні не є постійною для даного типу ґрунту, а змінюється залежно від інтенсивності дощу.

Більшість застосовуваних дощувальних машин і установок відтворюють дощ постійної інтенсивності у процесі всього поливу. Регулювати інтенсивність дощу протягом поливу за допомогою дощувальної машини ДДА-100М можна зміною швидкості її пересування. Інші машини для цього треба переобладнувати й модернізувати. При збільшенні інтенсивності дощу до певної величини визначена швидкість поглинання підвищується, що пов'язано із зростанням гідростатичного тиску, проте здебільшого через те, що зростає площа взаємодії води із ґрунтом. Агрегати безструктурних ґрунтів швидко руйнуються вже при низькій інтенсивності дощу, інфільтрація в результаті зростання площі дотику не підвищується. Навпаки, за високої інтенсивності дощу внаслідок сильного ущільнення поверхневого шару ґрун-

ту знижується усталена швидкість інфільтрації. Проте, при інтенсивності дощу в діапазоні від 0,2 до 0,8 мм/хв, який є характерним для промислових дощувальних машин, залежність визначеної інтенсивності інфільтрації від інтенсивності дощу може мати лінійний характер.

Досліди показали, що визначена (задана) допустима інтенсивність дощу має цілком конкретний фізичний зміст і залежить переважно від гранулометричного складу та щільності орного і підорного горизонтів ґрунту. Порівняння середніх значень допустимих інтенсивностей дощу, які рекомендує фірма "Скіннер" і визначених експериментально (Каштанов А.М., Заславський М.М., 1984), у широкому діапазоні нахилів (0,05 – 0,12) виявило задовільний збіг показників (табл. 56).

Таблиця 56 – Допустима інтенсивність дощування для деяких ґрунтів, мм/хв

Генетичний тип ґрунту, зона розташування	Гранулометричний склад орного і щільність підорного горизонтів	Допустима інтенсивність дощування	
		дослідна	за даними фірми "Скіннер"
Лучно-алювіальний, Краснодарська область	Середній суглинок, щільний	0,09	0,09
Такировидний, Краснодарська область	Середній суглинок, середньої щільності	0,11	0,12
Піщано-пустельний, Краснодарська область	Супісок легкий, щільний	0,45	0,39
Сірозем типовий, Джизакська область	Легкий і середній суглинок слабкої щільності	0,28	0,21
Темно-каштановий, Ставропольський край	Важкий суглинок слабкої щільності	0,21	0,06
Чорнозем типовий, Ставропольський край	Легка глина середньої щільності	0,06	0,04
Бурий, гірсько-лісовий, Краснодарський край	Глина, щільний	0,02	0,04

Порівняння даних дає підстави рекомендувати такі середні допустимі значення інтенсивності дощу, залежно від гранулометричного складу і щільності ґрунтів (табл. 57):

Таблиця 57 – Середня допустима інтенсивність дощу, залежно від властивостей ґрунту і наявності рослинності при нахилах 0,05 – 0,12 (за даними фірми “Скіннер”)

Ґрунти	Допустима інтенсивність дощу, мм/хв, на полі	
	з посівами культур	без посівів
Піщані	0,69	0,54
Піщані, підстелені щільним підґрунтям	0,50	0,39
Легкі супіщані	0,50	0,30
Легкі супіщані, підстелені щільнішими підґрунтовими породами	0,37	0,21
Середньосуглинкові	0,30	0,15
Середньосуглинкові із щільним підґрунтовим шаром	0,19	0,09
Важкі суглинки і глини	0,06	0,04

За визначенням зв'язком допустимих інтенсивностей дощу з гранулометричним складом і щільністю верхніх шарів ґрунту можна визначити для новозрошуваних земель допустимі значення інтенсивності дощу, за яких можливе зрошення без утворення стоку і змивання ґрунту. Освоювана територія при наявності ґрунтової або ґрунтово-меліоративної карти може бути районована за характеристикою здатності ґрунтів поглинати воду під час зрошення дощуванням без загрози іригаційної ерозії.

Далі треба підібрати дощувальну техніку згідно з допустимою інтенсивністю дощу та поглинальною здатністю ґрунту. При цьому враховується середня продуктивність дощувальних машин і установок: КИ-50 “Радуга” – 0,23 мм/хв, ДДА-100М – 0,17 мм/хв, ДДН-70 – 0,40 мм/хв, ДЮП-64 “Волжанка” – 0,27 мм/хв, ДМ “Фрегат” – 0,28 мм/хв, ДФ-120 “Днепр” – 0,28 мм/хв.

Аналіз даних, наведених у таблицях 56-57, показує, що серійні дощувальні машини й установки, крім ДДН-70, можуть розподіляти значні поливні норми без утворення стоку і змиву тільки на ґрунтах легкого гранулометричного складу (піщані, супіщані, легкі суглинки). На ґрунтах важкого гранулометричного складу під час зрошення дощуванням виникає стік, а отже – і змив ґрунту. Тому для успішного застосування промислових дощувальних машин з меншою допустимою інтенсивністю треба вживати заходів щодо зниження разової поливної норми або підвищення водопроникності ґрунту та затримання стоку.

Для визначення разової поливної норми, як правило, користуються графічними залежностями тривалості безнапірного поглинання від інтенсивності дощу. Істотним недоліком таких емпіричних формул є те, що час до утворення стоку за інтенсивності дощу, яка наближається до нуля, прямує до безкінечності і не враховує впливу швидкості та розміру крапель на тривалість безнапірного поглинання.

Досліди показали, що на характер зміни залежності часу до утворення стоку від інтенсивності дощу впливають гранулометричний склад ґрунту, водотривкість і механічна стійкість структури його верхнього шару, а також енергетичний вплив дощових крапель на властивості шару ґрунту, з яким вони контактують. Якщо величина разового поливу значно менша за орієнтовну поливну норму зрошення окремих сільськогосподарських культур, слід рекомендувати заходи щодо затримання стоку, підвищення водопроникності і проти-ерозійної стійкості ґрунту.

Для запобігання втратам зрошувальної води та родючого шару ґрунту доцільно вживати заходів щодо повної ліквідації стоку (створення на поверхні ґрунту штучного мікрорельєфу, його щільовання). Наприклад, облаштувавши на зрошуваних полях переривчасті борозни довжиною 35-40 см і глибиною до 20 см, можна затримати до 250-300 м³/га води (без урахування фільтрації). Таке борознування зменшує втрати води приблизно в 3,5, а змив – у 2,0-2,5 рази (Поляков Ю.П. та ін., 1976). При вологозарядкових поливах великими поливними нормами можна проводити лункування і створювати мікролимани. При місткості однієї лунки 18-25 л цим способом можна затримати 250-300 м³/га зрошувальної води. Мікролимани можуть містити води до 400 м³/га (Поляков Ю.П. та ін., 1976).

Для захисту ґрунтів від ерозії, зумовленої дощуванням, велике значення має також чітке дотримання експлуатаційних та агротехнічних прийомів (капітальне і поточне планування місцевості, застосування сівозмін з багаторічними травами, сімба зернових культур упоперек схилу, зменшення кількості вегетаційних обробітків та ін.).

Для захисту ґрунтів від іригаційної ерозії при дощуванні ефективним є мульчування їх поверхні соломкою. У дослідах на чорноземах звичайних, темно-каштанових ґрунтах покриття ґрунту соломкою в нормах 1,0; 1,8; 3,0 т/га значно зменшувало величину стоку і змивання ґрунту від дощування (табл. 58).

Таблиця 58 – Вплив мульчування на водний стік і змивання ґрунту

Ґрунти	Нахил	Коефіцієнт, який враховує вплив мульчування соломкою на стік і змив у нормах, т/га					
		1,0		1,8		3,0	
		стік	змив	стік	змив	стік	змив
Темно-каштанові важкосуглинкові	0,05	2,49	3,83	немає	немає	немає	немає
Чорнозем звичайний глинистий	0,10	1,33	9,37	5,85	87,6	–	–
	0,05	1,45	4,24	2,8	10,8	–	–

Оптимальною вважається норма соломи для мульчування 1,8 т/га, яка зменшує стік у 3-6, а змивання ґрунту – в 10 і більше разів. Цьому, очевидно, сприяє і різке збільшення шорсткості поверхні поля. На вкритих соломкою поверхнях утворюються своєрідні мікролимани, які затримують воду і цим гальмують рідкий стік.

Подальше нагромадження і систематизація даних про вплив агротехнічних заходів на швидкість руху води по схилу і розмивну швидкість дозволять розробити чітку кількісну (розрахункову) схему проектування протиерозійних заходів у різних природних умовах.

Проектування протиерозійних заходів для районів з різною небезпекою іригаційної ерозії

Для районів з різним ступенем небезпеки іригаційної ерозії можна рекомендувати такі заходи щодо запобігання змиву. У районах, безпечних щодо іригаційної ерозії, слід застосовувати технологію, розроблену Н.Т.Лактаєвим. У місцях із слабким проявом іригаційної ерозії на важкосуглинкових ґрунтах при розрахункових нахилах 0,01-0,005 ефективним є попереднє зволоження верхньої частини поливних борозен, яке повністю усуває небезпеку іригаційної ерозії.

У місцевостях із середньою небезпекою іригаційної ерозії на легкосуглинкових ґрунтах при нахилі 0,005 можна застосовувати полімер К-9 у дозі 10 кг/га (100 кг/га 10 %-ної пасти), а також нарізати скошені борозни на рівних, добре спланованих схилах. На ґрунтах важкого гранулометричного складу слід поєднувати замочування верхньої частини поливних борозен з нарізуванням скошених борозен.

У районах із сильним проявом іригаційної ерозії при середньому нахилі 0,01 на середньосуглинкових ґрунтах необхідно поєднувати замочування верхньої частини поливних із нарізуванням скошених борозен, на ґрунтах легкого гранулометричного складу – вносити

полімер К-9 у дозі 10-20 кг/га або нарізувати скошені борозни на добре спланованій місцевості.

У місцях катастрофічної небезпеки іригаційної ерозії при нахилі 0,04 (0,05-0,0225) для підвищення допустимих (у разі нерозмивності борозни) витрат води потрібно нарізати контурні борозни на більш пологих схилах і наорювати тераси (на крутіших) або вносити полімер К-9 із розрахунку 20-30 кг/га (200-300 кг/га 10 %-ної пасти).

Проведена таким чином кількісна оцінка потенційної небезпеки іригаційної ерозії ґрунтів за величиною передбачуваного змиву ґрунту дає змогу проектувати протиерозійні заходи з урахуванням основних факторів ерозії стосовно конкретних ґрунтових і кліматичних умов зрошуваної ділянки.

2.4. Протиерозійні гідротехнічні споруди

2.4.1. Класифікація протиерозійних гідротехнічних споруд

Протиерозійні гідротехнічні споруди різняться за призначенням (зменшують поверхневу ерозію до допустимих меж і припиняють лінійну ерозію ґрунтів), характером взаємодії з поверхневим стоком (водозатримуючі, водоспрямовуючі, водоскидні та донні гідротехнічні), місцем розташування, конструктивними ознаками та видом матеріалу, з якого вони побудовані.

Водозатримуючі споруди затримують поверхневий стік і поступово відводять його або спрямовують на зволоження прилеглих ділянок. *Водоспрямовуючі споруди* підводять поверхневий стік до водозатримуючих чи водоскидних споруд або розосереджують водний потік на дрібні струмочки. До них належать також споруди, що відводять воду від ярів та ділянок земель, які зазнають водної ерозії.

Водоскидними називаються споруди для відведення води у низини (яр, балка тощо).

Донні споруди зменшують швидкість водного потоку по дну яру до допустимих меж, збільшують стійкість його берегів та затримують мул і наноси.

За місцем розташування розрізняють протиерозійні гідротехнічні споруди на схилах, де спостерігається поверхнева ерозія, у приярж-

ній зоні та місцях різкого зниження рельєфу, тобто природних перепадів. На схилах та в прияржній зоні будують водозатримуючі та водоспрямовуючі споруди. Залежно від крутизни схилу, як водозатримуючі споруди, будують вали-канави, вали-тераси і тераси.

При наявності зсувів потрібно враховувати їх вплив на стійкість гідротехнічних протиерозійних споруд. Регулюючи поверхневий стік з метою зменшення його руйнівної сили, слід передбачати можливість виникнення зсувів після будівництва водозатримуючих споруд у прияржній зоні через збільшення вологості ґрунту. Найчастіше зсуви ґрунтів відбуваються внаслідок дії поверхневих та ґрунтових вод. Чим крутіший і вищий схил, тим менша його стійкість. Висота схилу може збільшуватись при поглибленні яру, внаслідок чого стінки його втрачають стійкість і можуть зсуватися. Якщо гірські породи, з яких складається схил, мають уклон у той же бік, що й схил, це може зумовити їх зсув.

Водозатримуючі споруди збільшують підґрунтовий потік внаслідок фільтрації води, що зумовлює при суфозійно нестійких ґрунтах винесення через стінки яру дрібних частинок ґрунту (механічна суфозія), а при наявності у складі порід легкорозчинних солей (гіпс, карбонати) – утворення порожнин (хімічна суфозія).

Водоспрямовуючі споруди також деякою мірою сприяють переведенню стоку у підземний, величина якого тим більша, чим більша довжина споруди й чим вищий коефіцієнт фільтрації ґрунтів.

Вал-канави – це ущільнена земляна дамба до 2 м заввишки, яка розташована впоперек схилу і має перед собою канаву. Якщо по гребню валу-канави прокладена дорога, її називають *валом-дорогою*.

Вал-тераса – це ущільнена дамба до 1 м заввишки, збудована впоперек схилу для запобігання змиванню ґрунту.

Тераса – це горизонтальний або з невеликим уклоном майданчик на схилі, що утворює уступ. Розрізняють наорні, плантажні та східчасті тераси. *Наорні* створюють звичайними плугами, *плантажні* – за допомогою плантажних плугів, а *східчасті* – виїмково-насіпним способом бульдозером з поворотним відвалом.

На схилах крутизною до 8° будують вали-тераси, наорні та плантажні тераси, а від 8° до 24° – східчасті тераси. У гірських місцевостях Криму та Карпат є тераси на схилах крутизною до 30°.

У прияржній зоні споруджують водозатримуючі та водоспрямовуючі вали-канави; по дну ярів – донні споруди; у місцях різкого

зниження рельєфу, тобто там, де є природний перепад, – водоскиди. Такі перепади існують у вершинах ярів та в місцях, де починається вторинне поглиблення дна яру. Водоскидні споруди будують також на крутих схилах, куди необхідно спрямувати потік води.

Споруди, розміщені на схилах, зменшують поверхневу ерозію ґрунтів і запобігають виникненню лінійної ерозії, а в прияржній зоні та ярах – розвитку лінійної ерозії ґрунтів на розташованих вище ділянках схилів (класифікація гідротехнічних споруд за конструктивними ознаками та видом будівельного матеріалу наведена у відповідних підрозділах).

З протиерозійних гідротехнічних споруд на орних землях можна створювати вали-тераси та вали-канави. Площа, яку вони займають, випадає із сівозмін. Якщо водозатримуючі вали та їх ставочки мають коефіцієнт мокрого укусу (m) 7 і більше та забезпечують випуск води з них, то можна обмежитись вилученням із сівозміни тільки тих площ, які займають сухий укос валу та споруди для відведення води.

До площ, які використовують у сільському господарстві, належить і полотно терас. Водоскидні й донні споруди розташовують, як правило, на землях, не придатних для сільськогосподарського використання.

Найефективнішими протиерозійними гідротехнічними спорудами є водозатримуючі вали та вали-тераси. Вони затримують продукти змиву ґрунтів, зменшують замулювання річок та водосховищ, а в посушливих районах та районах недостатнього зволоження збільшують продуктивну вологість ґрунту. Затриману воду у цих районах можна використати для зрошення ділянок, які розташовані нижче валів. Ці споруди сприяють також нагромадженню снігу і тим самим збільшують вологість ґрунту.

2.4.2. Водозатримуючі вали і вали-канави

Водозатримуючі вали. Для припинення росту ярів і зменшення поверхневої ерозії ґрунтів застосовують водозатримуючі вали, які будують перед вершинами ярів або збоку від яру, куди підводять водний потік від вершини, щоб запобігти лінійній ерозії, а також щоб запобігти поверхневій ерозії на землях, розташованих нижче валу. Ці споруди затримують поверхневий стік і перетворюють його на підґрунтовий потік, збільшуючи тим самим запаси продуктивної вологи

у ґрунті, що сприяє підвищенню врожаїв сільськогосподарських культур, особливо в посушливій зоні. Водозатримуючі вали нагромаджують продукти змиву (родючий ґрунт, добрива) з розташованої вище території, запобігають замулюванню річок, водосховищ, ставків і заплавлених земель.

Вали будують при ухлоні місцевості від 1 до 12°. Їх не можна споруджувати в зонах із зсувами або там, де можливе їх виникнення після будівництва валу, та на землях, де розвивається хімічна суфозія ґрунту. На території, де ґрунти підлягають механічній суфозії, водозатримуючі вали слід споруджувати одночасно з проведенням заходів для припинення її розвитку.

Необхідно також враховувати те, що зосередження великої маси води в одному місці є небажаним, оскільки може призвести до значного осідання ґрунту через зміну його вологості, особливо в перші роки експлуатації валу, а також до руйнування споруд та скидання затриманої води за вал.

Водозатримуючий вал складається з тіла, ставочка, перемичок, шпор і дренажу (рис. 15, 16). Тіло валу зі шпорами утримує воду, яка збирається в ставочку після дощу або танення снігу. У поперечному

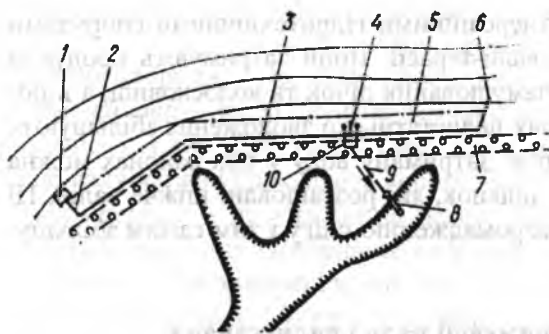


Рис. 15. План водозатримуючого валу-канави: 1 – водообхід; 2 – шпора з водообходом; 3 – водозатримуючий вал-канави; 4 – перемичка; 5 – ставочок; 6 – глуха шпора; 7 – прияржужна лісосмуґа; 8 – трубчастий водоскид; 9 – квоет; 10 – трубчастий водовипуск

перерізі вал може мати форму трикутника або трапеції (рис. 17). Вершину при трикутній формі валу або його верхню основу, що має в перерізі форму трапеції, називають *гребенем*. Останній завжди роблять горизонтальним. У разі осідання валу гребінь слід підсипати, щоб вода не переливалася через вал.

Укис з боку ставочка називають верховим, або мокрим, а з протилежного боку гребеня – низовим, або сухим. За коефіцієнт укосу валу беруть котангенс кута нахилу укосу до горизонтальної лінії.

Укис з боку ставочка

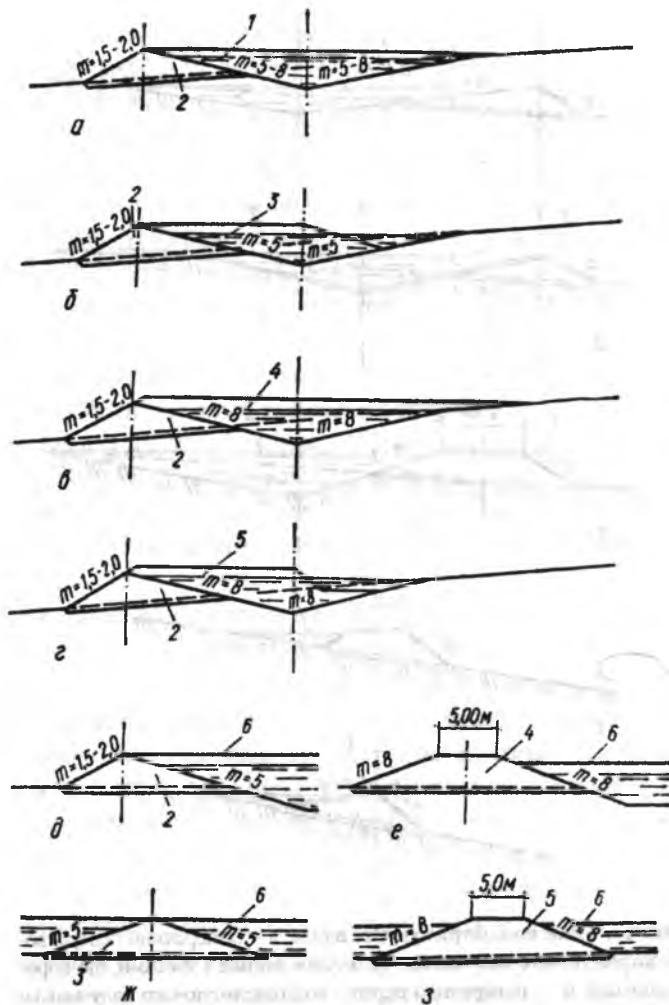


Рис. 16. Шпори та перемички водозатримуючого валу-канави: а – глуха шпора, що не обробляється; б – перемичка, що не обробляється; в – глуха шпора, що обробляється; г – перемичка, що обробляється; д – поперечний переріз по глухій шпорі, що не обробляється; е – поперечний переріз по глухій шпорі, що обробляється; ж – поперечний переріз по перемичці, що не обробляється; з – поперечний переріз по перемичці, що обробляється; 1 – тіло глухої шпори, що не обробляється; 2 – тіло валу; 3 – тіло перемички, що не обробляється; 4 – тіло шпори, що обробляється; 5 – тіло перемички, що обробляється; 6 – гребінь валу

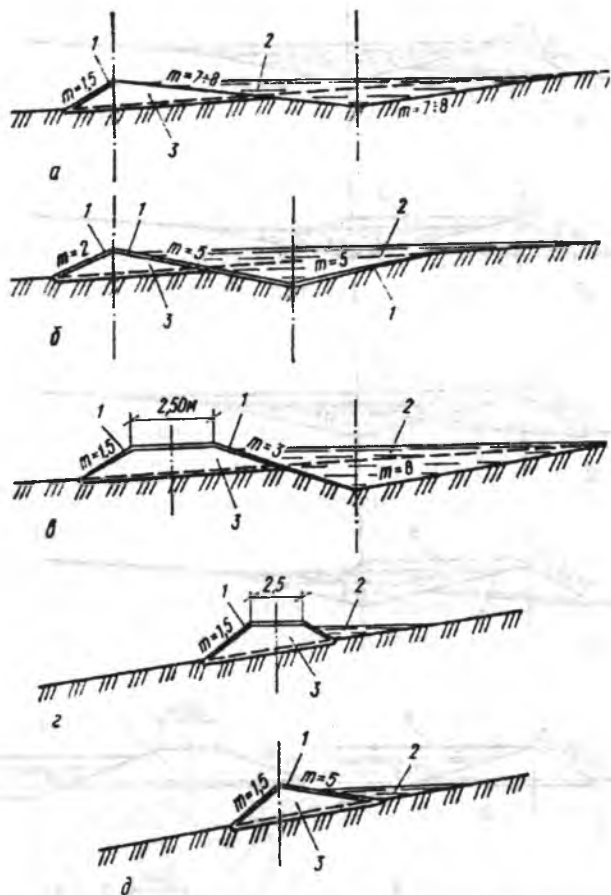


Рис. 17. Типи водозатримуючих валів: а – поперечний переріз водозатримуючого валу канави трикутної форми з укосами, що обробляються; б – поперечний переріз водозатримуючого валу канави трикутної форми з укосами, що не обробляються; в – поперечний переріз водозатримуючого валу-канави трапецієподібної форми з укосами ставочка, які обробляються; г – поперечний переріз водозатримуючого валу без канави форми трапеції; д – поперечний переріз водозатримуючого валу без канави у формі трикутника. 1 – кріплення сівбою багаторічних трав; 2 – ставочок; 3 – тіло валу

При значній довжині валу ставочок розділяють поперечними валами – так званими *перемичками*, які розміщують перпендикулярно

до валу, щоб на випадок прориву його тіла не вся вода витекла із ставочка і не спричинила значного розмивання ґрунту або утворення нового яру (див. рис. 16 б, г). Відстань між перемичками становить 150-200 м і залежить від того, якої шкоди може завдати вода, прорвавши вал. *Гребінь перемички* розміщують на одному рівні з гребенем валу, а в місці примикання її кінця до поверхні землі – на 20-30 см нижче розрахункового горизонту води у ставочку з тим, щоб вода при розрахунковому рівні рівномірно розподілялась по всіх секціях ставочка (див. рис. 16 б, г). Перемичка у поперечному перерізі має таку ж форму, як і вал (див. рис. 16 ж, з), укоси беруться такі, як і верховий укіс валу.

Перемички бувають двох типів: такі, що обробляються (тобто, через них можуть проходити сільськогосподарські машини в робочому стані), і такі, що не обробляються. Перші в поперечному перерізі мають форму трапеції з шириною по гребеню 5 м, укоси беруться такі, як і верховий укіс валу (див. рис. 16 з). Гребінь перемички, що обробляється, у місці примикання до валу роблять на 30 см вищим за гребінь валу.

Для того, щоб вода зі ставочка не обтікала вал, на кінцях його роблять *шпори* – земляні дамби: на одному кінці роблять шпору глуху, а на другому – з водообходом. Шпори, по яких можливий переїзд сільськогосподарських знарядь у робочому стані, називають *шпорами, що обробляються* (див. рис. 16 е). У поперечному перерізі вони мають форму трапеції з шириною по гребеню 5 м та з коефіцієнтом укосів 8-10. Позначку гребеня шпор роблять на 30 см вище позначки гребеня валу. Шпора, що не обробляється, має таку ж форму і позначку гребеня на укосі, як і вал. Довжина шпори залежить від її висоти та крутизни схилу. При малій крутизні схилу шпори значно довші. Для зменшення їх довжини збільшують ширину і глибину канави валу так, щоб увесь об'єм води був тільки у виїмковій частині ставочка. Щоб сільськогосподарські знаряддя під час руху через шпору, яка обробляється, не перекошувалися, її розміщують перпендикулярно до осі валу. Глухі шпори, що не обробляються, як правило, примикають до валу під тупим кутом (100-120°) відповідно до місцевих умов. Якщо при експлуатації валу об'єм поверхневого стоку більший за розрахунковий, то ставочок не може прийняти весь стік, внаслідок чого вода переливається через вал, і він руйнується. Щоб уникнути цього, роблять шпору з водообходом, через яку спрямовують зайву воду.

Об'єм води, більший за розрахунковий, є аварійним, тому шпори з водообходом проектують на тому кінці валу, де у разі пропускання аварійного об'єму води не буде завдано шкоди або вона буде найменшою. Інколи будують споруди для відведення аварійного об'єму води нижче валу у вигляді канав із перепадами або лотоків.

Шпору з водообходом роблять також у випадках, коли весь об'єм стоку не вміщується у ставочку верхнього водозатримуючого валу. Вода з нього витікає через водообхід у ставочок нижче розташованого валу. В останньому шпору з водообходом роблять для скидання аварійного об'єму води.

Водообхід влаштовують у місці примикання шпори до поверхні землі. Позначка порогу водозливу водообходу має дорівнювати позначці розрахункового горизонту води у ставочку. Через водообхід передбачають пропускання води шаром не більше 7-10 см, що відповідає витраті води 30-40 л/с на 1 м водозливної частини водообходу. Останній спрямовує воду на задерновану поверхню, щоб запобігти розмиванню та утворенню промоїн. Для скидання аварійного об'єму води ширина водообходу може дорівнювати 3-5 м. Чим більша площа водозбору, тим більшою роблять ширину водообходу.

Грунт для шпор і перемичок зрізають рівномірним шаром з укосу ставочка, розташованого проти валу, по всій його довжині та ширині. Вода, що затримується у ставочку, фільтруватиметься крізь дно та бічні поверхні. Однак, при значній глибині ставочка і наявності ґрунтів з малою фільтраційною здатністю фільтрація може тривати довго, і ставочок не встигне звільнитись настільки, щоб прийняти об'єм стоку від наступного дощу. При замулюванні ставочка фільтраційна здатність ґрунту значно знижується. Щоб площу ставочка можна було використати під посіви сільськогосподарських культур і запобігти їх вимоканню, вода в ньому не повинна затримуватися довше, ніж передбачено агротехнічними умовами. За даними С.Д.Лисогорова (1981), допустимий час затоплення посівів озимих культур становить 2-3, багаторічних трав – 10-60 діб, залежно від їх виду. При суфозійно нестійких ґрунтах воду із ставочка треба відвести за найкоротший час.

Для відведення води із ставочка роблять дренаж – трубчастий (трубчастий водовипуск і трубчастий водоскид) або щебенистий. Трубчастий водовипуск застосовують тоді, коли можна відвести воду до водоприймача по задернованій поверхні (при допустимій швидко-

сті водного потоку), а трубчастий водоскид – коли треба спрямовувати водний потік безпосередньо на дно яру чи балки.

Дренаж можна робити із щебеню, вкриваючи його поверхню мамами з базальтового або синтетичного скловолкна.

Розрізняють водозатримуючі вали з канавою та без неї. Коли по гребеню валу проходить дорога, то такий вал називається *валом-дорогою*, а якщо канава валу заповнена рослинними рештками, то *валом Потапенка* – за прізвиськом автора (останні вали розглядаються в наступному розділі)

Водозатримуючі вали-канави (див. рис. 17). Щоб можна було ущільнити вал під час будівництва за допомогою котків, ширина гребеня валу у формі трапеції повинна становити 2,5-3 м, а коефіцієнт мокрого укосу у формі трикутника валу – не менше 5.

Висота водозатримуючих валів може коливатись у межах 0,6-2 м. Проте, слід уникати високих валів. Чим менша висота їх, тим вони надійніші. Тому вали висотою понад 1,6 м допускають як виняток. Високі вали затримують великий об'єм води, утворюють значний напір, що під час прориву валу може завдати значної шкоди ріллі.

Раніше споруджували трапецеподібні вали із гребенем 2,5 м завширшки і коефіцієнтами сухого і мокрого укосів 1,5 і 2,0 м та висотою до 1,5 м. Площа, яку займають такі вали зі шпорами та перемичками, повністю випадає із сівозміни. У середньому 1 км валу вилучає близько 2 га орної землі сівозміни. Вода у ставочках валу погано фільтрується, особливо при замулюванні їх, що призводить до заболочування місцевості. Тому вали такої конструкції будувати не слід.

Інститут “Укрземпроект” рекомендує будувати вали, які мають форму трикутника або трапеції з коефіцієнтами укосів сухого 1,5 і мокрого 5; 7 і 8. Коефіцієнт укосів ставочка повинен дорівнювати коефіцієнту мокрого укосу валу. Висота валу становить 0,6-1,6 м.

Будівництво таких валів можна повністю механізувати. Площа, яку займає ставочок валу з мокрим укосом при коефіцієнті 7 та 8, не випадає із сівозміни. Перемички та шпори, якщо це можливо, роблять проїзними. Щоб посіви не вимокали, на валах влаштовують дренажі.

Водозатримуючі вали без канави будують із привезеного ґрунту. Вони не мають перед собою канави, тому об'єм їх ставочка менший. У поперечному перерізі такі вали мають форму трикутника або трапеції (див. рис. 17 з, д).

Вали-дороги. Якщо поблизу валу-канави повинна проходити внутрішньогосподарська дорога, то останню прокладають по гребеню валу, який відповідно розширюють. Вал-дорогу проєктують і обладнують сигнальними стовпчиками. Вали-дороги повинні мати водоспуски. На похилих ділянках у місцях перетину валу-дороги з водними потоками встановлюють труби-переїзди.

Вал розміщують так, щоб не порушувати організацію території і забезпечити умови для механічного обробітку ґрунту та догляду за сільськогосподарськими культурами. Водозатримуючі вали розміщують здебільшого перед вершинами яру або збоку його, куди підводять воду від вершини яру за допомогою водоспрямовуючого валу, або на межі між полями польової та ґрунтозахисної сівозмін. Трасу валу намічають так, щоб вода не підтоплювала дороги, які є поблизу. Для цього її прокладають вище ставочка валу. На ріллі вал і дорогу по можливості об'єднують.

Не можна намічати трасу валу поблизу бровки яру, оскільки це може призвести до обвалу чи зсуву. Вісь валу слід розміщувати на відстані не ближче двох-трьох глибин яру, а в разі засипання вершини яру ґрунтом можна і ближче.

Довжина валу залежить від об'єму води, яку він повинен затримувати або зарегулювати. Чим більший об'єм води, тим більшими мають бути його довжина й висота. Проте, остання не повинна перевищувати 1,6 м. Коли умови місцевості не дозволяють спорудити водозатримуючий вал необхідної довжини, замість нього будують водоскидну споруду або планують 2-3 водозатримуючих вали один вище одного. Однак, при такому розміщенні валів вилучається значна площа сівозміни і створюються несприятливі умови для обробітку ґрунту та догляду за посівами сільськогосподарських культур.

При розміщенні валу на схилі крутизною 0,01-0,03 через підпір, що утворює споруда, затоплюється значна ділянка. Щоб цього уникнути, розширюють дно ставочка, ширина якого залежить від об'єму стоку та довжини валу, а глибина – від фільтраційних властивостей ґрунту. Для того, щоб висота валу була постійною, його треба розміщувати по горизонталі. На місцевості горизонталі здебільшого йдуть не по прямій лінії і в плані мають криволінійний та хвилястий вигляд. Якщо вал будувати по горизонталі, то поле матиме неправильну форму, протилежні межі його будуть частіше непаралельними, що ускладнюватиме норма-

льний обробіток ґрунту. Тому напрям водозатримуючого валу намічають по прямій або правильній кривій лінії, дотримуючись горизонталі місцевості й не відступаючи від неї більш як на 0,5 м у кожний бік по вертикалі так, щоб протилежні сторони поля були паралельними. У цьому випадку висота валу відхилитиметься від його середньої висоти на 0,5 м. Чим менше це відхилення і чим більше витримана паралельність до протилежної межі поля, тим краще він спроектований. Щоб висота валу не змінювалась, планують його основу.

Відстань від бровки земляного полотна до опор повітряних телефонних і телеграфних ліній, а також ЛЕП встановлюють не менше за висоту опори, збільшеної на 5 м.

Для спорудження водозатримуючих валів, перемичок та шпор найпридатніші суглинки. До непридатних належать засолені ґрунти, що містять понад 5 % хлоридних або понад 10 % загальної маси сульфатних чи сульфатно-хлоридних солей. Не можна використовувати для спорудження валів скельні та добре водопроникні породи, а також ґрунти, що містять понад 5 % решток рослин або понад 8 % повністю розкладених органічних речовин.

Неоднорідний ґрунт укладають у вал шарами: добре водопроникний – у низовий, а ґрунт з низьким коефіцієнтом фільтрації – у верховий укіс валу.

Для спорудження водозатримуючих валів, перемичок та шпор використовують ґрунт, що залягає вище валу. Іноді їх споруджують із ґрунту, розташованого нижче валу, коли вал розміщують на значній відстані від яру, наприклад, вали-тераси. Якщо ґрунт поблизу непридатний або під відносно водонепроникним шаром залягають ґрунти, які при фільтрації зазнають механічної суфозії, використовують привозний ґрунт.

В усіх випадках перед будівництвом валу, шпор та перемичок на площі, де треба вийняти ґрунт, а також в основі під вал зрізують родючий шар ґрунту, який складають вище ставочка.

Після спорудження тіла валу, шпор та перемичок поверхню їх вкривають раніше знятим ґрунтом і засівають травами.

2.4.3. Вали-тераси

Вали-тераси будують для запобігання поверхневій ерозії ґрунтів при крутизні схилу від 0,5 до 8°. Вони не тільки практично припиняють змивання ґрунту, а й збільшують його вологість, що сприяє під-

вищенню врожайності сільськогосподарських культур. Залежно від взаємодії з водним потоком вони бувають горизонтальні або похилі. *Горизонтальні* вали-тераси розміщують уперек схилу місцевості горизонтально і здебільшого у посушливих або недостатньо зволжених районах на ґрунтах із доброю водопроникністю.

Похилі вали-тераси розташовують під кутом до горизонталей місцевості у достатньо зволжених районах, а також там, де ґрунти мають низький коефіцієнт фільтрації. Крім того, ці вали-тераси мають меншу висоту, ніж горизонтальні, особливо там, де спостерігається значний стік.

Високі вали-тераси ускладнюють механічний обробіток ґрунту, тому їх не слід будувати.

При великих уклонах спостерігається розмивання ґрунту, а при малих – замулювання. Щоб запобігти цьому, уклон каналу розраховують на основі допустимих швидкостей водного потоку. Він може коливатись від 1 до 5°. Довжина похилих валів-терас не повинна перевищувати 500 м. Щоб уникнути клинів на полі, вали-тераси будують паралельними. Поле, де планують їх розміщувати, має переважно хвилястий рельєф. Тому, щоб вали були паралельними, одні тільки горизонтальні вали споруджувати, як правило, не вдається. У цьому випадку вали-тераси матимуть горизонтальні й похилі відрізки.

У місцях, де вали в плані змінюють напрямок, їх будують по колових кривих, які для всіх валів мають один загальний центр. При цьому радіус кривої кожного наступного валу для даного створу збільшують на величину, що дорівнює відстані між валами, а кут повороту встановлюють однаковий. Якщо вали-тераси мають однаковий радіус, то вони не будуть паралельними, і під час обробітку поля залишаться клини. Вони є небажаними, тому їх слід вилучити із сівозміни. Кут повороту кривої повинен становити не більше 60°.

У посушливих та недостатньо зволжених районах на схилах з уклоном до 2° для запобігання змиву ґрунту та для нагромадження продуктивної вологи іноді споруджують *горизонтальні широкосхідчасті тераси*, які називають *терасами Цинга* (Ванін Д.Є., 1975). Вони мають висоту 0,25-0,40 м з укосами 1:5 і ставочки шириною 15-30 м.

Поперечний переріз валу-тераси має форму трикутника (рис.18). Для зручності обробітку поверхні валу коефіцієнт його укосу має становити 8 і більше.

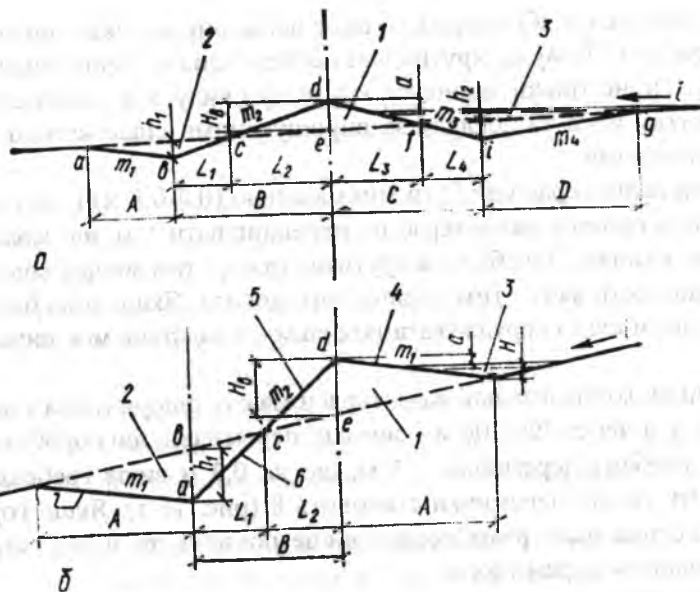


Рис. 18. Поперечний переріз валів терас: а – з двома укосами валу, що обробляється; б – з верхнім укосом валу, що обробляється, та з виїмкою у низовій частині. 1 – тіло валу; 2 – нижня виїмка; 3 – верхня виїмка; 4 – верхній укіс; 5 – низовий укіс

На схилі крутизною від 0,5 до 3,5° вали-тераси будують з верхніми та низовими укосами, що обробляються (рис.18 а). При більшій крутизні схилу довжина такого укосу стає значною, внаслідок чого штучно збільшується крутизна поля. Тому при крутизні схилу понад 3,5° слід робити вали-тераси тільки з верхнім укосом, що обробляється. У цьому разі уклон низового укосу валу роблять дещо більшим за природний ($m=1,5$) і засівають травами. Вали-тераси такої конструкції будують при крутизні схилу 3,5-6°. При крутизні схилу понад 6 і 8° висота горизонтальних валів стає значною, тоді відповідно будують похилі вали-тераси та східчасті тераси.

Вал-тераса може мати виїмкову частину з обох боків або тільки зверху чи знизу валу. Виїмку з обох боків роблять, якщо обидва укоси валу передбачено обробляти.

При будівництві валу-тераси з одним оброблюваним укосом ґрунт можна виймати вище або нижче валу. Якщо його виймають вище ва-

лу, крутизна схилу збільшується, що є небажаним, а якщо нижче валу – зменшується. Тому на крутих схилах його слід виймати нижче валу по схилу. Це не тільки зменшить крутизну схилу, а й поліпшить умови обробітку його та догляду за вирощуваними сільськогосподарськими культурами.

Висота валів-терас має бути мінімальною (0,4-0,8 м) і, як виняток, для горизонтальних валів-терас не перевищувати 1 м, що може бути на крутих схилах. Чим більша крутизна схилу, тим менша водозатримуюча здатність валу і тим більша його висота. Якщо вона більша за 0,8 м, то вали слід споруджувати похилими, а відстань між ними зменшувати.

На кінцях горизонтальні вали-тераси мають шпори (одна з них має водообхід), а через 200-300 м – земляні перемички, що обробляються. Ширина гребеня перемички – 5 м, що на 0,3 м вище гребеня валу. Коефіцієнт укосів перемички становить 8 (рис. 16 з). Якщо горизонтальна частина валу розташована вище похилої, то її від останньої відокремлюють перемичкою.

При перетині валом місцевих понижень або підвищень змінюється висота горизонтального валу-тераси і ширина укосів валу по його довжині. Тому вісь ставочка валу та лінія перетину укосів з поверхнею землі не будуть паралельними осі валу, що ускладнюватиме технологію вирощування сільськогосподарських культур на місці валу. Крім того, сошники сівалки не скрізь заглиблюватимуться у ґрунт. Тому ширина укосів валу повинна бути кратною ширині захвату сівалки. Щоб висота валу та довжина укосів були постійними в горизонтальній частині, проводять поздовжнє планування його основи до досягнення середньозваженої нівелірної позначки, а для похилих валів планують основу так, щоб вона не могла залишатись на окремих ділянках.

Горизонтальні та похилі вали-тераси висотою до 0,5 м наорюють. При крутизні схилу до 2-3° наорюють вал з обох боків. Ширина орної смуги по боках від осі валу становить 15 м. Під час руху плуга нижче валу скиби ґрунту відвалюються уверх по схилу, а в разі руху вище валу – вниз до його осі. У першому циклі роблять 22 проходи, а при наступних плуг зміщують від осі валу на половину ширини захвату. При цьому плугами недоорюють щоразу смугу на один прохід (1,4 м). За 5-6 циклів формується вал-тераса з укосами 1:8-1:12. Після цього поверхню укосів планують дисковим луцільником або скрепером.

За крутизни схилу понад 3° вал наорюють з одного боку. Спочатку плугом роблять 5-6 проходів усклад для формування сухого укосу. Потім орють з одного боку з обертанням скиби вниз до осі валу. Холостий хід трактора використовують для ущільнення валу. Укоси планують, як і при наорюванні валу, з обох боків.

Процес наорювання валів-терас можна прискорити, якщо на корпус плуга встановити поздовжні відвали КВ-1, що збільшує переміщення скиби на 30-40 см, тобто вдвічі. Щоб відвал КВ-1 міг працювати на першому корпусі, на ньому знизу за лемешем роблять виріз на довжину 25 см (Подгорний В.К., 1985).

Вали-тераси висотою понад 0,5 м споруджують бульдозерами так, як і водозатримуючі вали-канави.

Вали Я.І.Потапенка (1973) відрізняються від водозатримуючих валів-каналів тим, що їх канави заповнюють органічними матеріалами.

2.4.4. Споруди для відведення води із ставочків водозатримуючих валів та валів-терас

Відведення води із ставочків водозатримуючих валів. Вода, яка затримується у ставочку, фільтрується крізь дно і частково випаровується. Витрати на випаровування, особливо в північних районах країни, порівняно невеликі, тому їх можна не враховувати. Величина фільтрації залежить від геотехнічної характеристики ґрунтів, що залягають в основі ставочка. Для піщаних ґрунтів вона більша, для суглинкових – менша, а для глин – зовсім незначна.

Чим довше існує водозатримуючий вал, тим більше відкладатиметься мулу на дні ставочка. Через це зменшується фільтрація крізь дно. Чим більша його глибина, тим довше фільтрується вода. Отже, у деяких випадках (при малій фільтрації і значній глибині, а також на суфозійно нестійких ґрунтах та для запобігання вимоканню посівів) воду із ставочка треба відводити.

На ріллі вода у ставочках водозатримуючих валів не повинна бути довше 3-4 діб. У посушливих та з недостатнім зволоженням районах воду із ставочків доцільно використовувати для зрошення на ділянках, розміщених нижче валу.

Воду із ставочків водозатримуючого валу можна відводити за допомогою трубчастих водовипусків і водоскидів та щербенистих фільтрів із матами з базальтового або синтетичного волокна чи скловолокна

на. Трубчасті водовипуски та щербеністі фільтри застосовують, коли нижче валу водний потік можна відвести на задерновану поверхню або в лісонасадження. Якщо водний потік треба відвести на дно яру, слід використовувати трубчасті водоскиди.

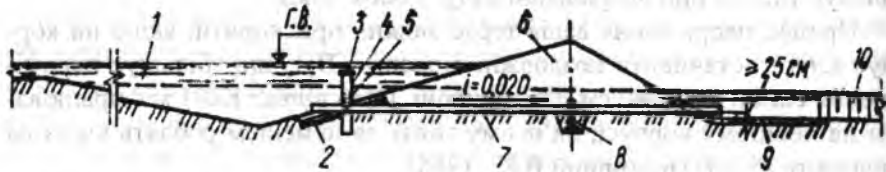


Рис. 19. Трубчастий водовипуск водозатримуючого валу: 1 – ставочок; 2 – залізобетонна плита; 3 – кришка або чіп; 4 – стояк водовипуску; 5 – отвори у нижній частині стояка; 6 – тіло валу; 7 – трубопровід (лежак); 8 – діафрагма; 9 – кріплення із залізобетонних плит; 10 – канава

Трубчастий водовипуск складається з вертикального стояка з отворами в нижній частині та лежачка (рис. 19). *Вертикальний стояк* розміщують у ставочку. До нижнього його кінця приєднують *лежак*. Останній укладають через тіло валу з уклоном у бік загального схилу місцевості, щоб вода в ньому не застоювалась. Стояк з'єднують із лежачком за допомогою трійника, вільний кінець якого забивають чопом. Якщо лежак замулиться, його чистять, вийнявши чоп. Вода із ставочка надходить у лежак крізь отвори на бічній поверхні нижньої частини стояка. Щоб вода не розмивала ґрунт після виходу її з лежачка, передбачають гаситель. Вихід лежачка влаштовують на 25–40 см вище дна водовідвідної канави. Щоб вода вздовж зовнішньої поверхні лежачка не фільтрувалась, роблять діафрагми та укладають плиту з монолітного бетону біля вхідного оголовка. Між зовнішньою поверхнею трубопроводу і ґрунтом укладають шар глини.

Водовипуск роблять з поліетиленових труб, які укладають тільки в межах валу, а стояк та вихід на поверхню лежачка – із сталевих труб. Останні покривають ізоляційним матеріалом. Якщо ґрунти після замочування не осідають, то для лежачка можна використовувати гончарні та азбоцементні труби.

Замість стояка водоприймач роблять з перфорованих труб. Їх укладають на дно шурфа, який засипають до денної поверхні крупнозернистим піском.

Дренаж можна зробити із щебеню, який від тіла валу ізолюють матами з базальтового волокна чи скловолокна.

Відведення води з водозатримуючого валу. Воду після випуску її з водозатримуючого валу відводять за допомогою водовідвідної канави із скиданням її в яр, балку, гальвег або на задернований схил. В останньому випадку потік за валом розподіляють на кілька частин.

Максимальний об'єм скидання води за 1 с – 20–30 л. Великі об'єми її можуть спричинити ерозію ґрунту нижче валу.

Відвідні канави без кріплення роблять з поздовжнім уклоном не більше допустимого. Коли це є неможливим, роблять перепади або кріплять канаву бетонними плитами. На суфозійно нестійких ґрунтах під бетонними плитами насипають шар глини товщиною 10 см, а по боках влаштовують екран із глини.

Поперечний перетин канави в суглинистих ґрунтах роблять трапецієподібним.

Якщо необхідно відвести воду в яр, трубопровід прокладають до його дна, а за ним обладнують гаситель.

Для відведення води з валів-терас влаштовують залужені водотоки (на межі поля чи за його межами) або трубчасті водоскиди. Якщо передбачається відведення води по полю, то прокладають трубопровід, до якого приєднують водоприймач з кожного ставочка або канави-валу. Водоприймачем для горизонтального валу-тераси може бути стояк з отворами на бічній поверхні, який розміщують так, щоб він не заважав догляду за сільськогосподарськими культурами. Водоприймач може мати конструкцію з горизонтальними трубами.

Уклон залужених водотоків має бути не більшим 6° . Їх влаштовують до будівництва валів-терас. Напрямок водотоку має бути таким, щоб швидкість течії води не перевищувала допустиму. При закріпленні дерном вона становить не більше 1 м/с. При швидкості водного потоку до 1,5 м/с водотоки закріплюють армованими трав'яними килимами. Арматурою для них слугує склотканина (рис. 20).

Поперечний переріз залуженого водотоку має форму трапеції або параболи. Щоб не змінювалась швидкість водного потоку, відношення його ширини і глибини не повинно перевищувати 10.

Трав'яні килими роблять на спеціальних майданчиках, поверхня яких забетонувана. На них укладають склотканину, а поверх неї шар торфу або чорнозему (2 см завтовшки). Потім висівають багаторічні

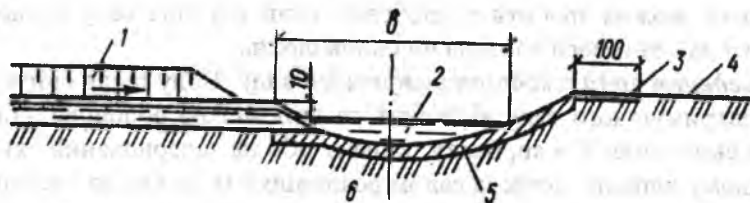


Рис. 20. Поперечний переріз по залуженому водотоку: 1 – канава валу-тераси; 2 – водний потік; 3 – кріплення сівбою багаторічних трав; 4 – рілля; 5 – трав'яний килим; 6 – мінеральний ґрунт

трави, вкривають шаром склотканини, на який укладають шар торфу або чорнозему товщиною 1,5 см.

Витрата насіння на 100 м² килима становить, (г): костриці лучної – 1080, тимофіївки лучної – 280, тонконога лучного – 270, пажитниці багаторічної – 90, лисохвосту лучного – 90, конюшини білої – 90. На 13-й і 26-й день після сівби трав килим підживлюють мінеральними добривами у такому складі (кг/100 м²): селітра калійна – 2,5; калійна сіль – 2; суперфосфат – 3. Килим щодня поливають водою. Через 40-45 днів він придатний для укладання у визначеному місці.

У кінці залуженого водотоку потік води переходить із бурхливого стану у плавний, внаслідок чого утворюється завихрення води. У цьому місці будують стінку та водобій із залізобетону, бутобетону або роблять екран із глини, потім по шару щебеню на гравії кладуть каміння. Щоб не виникло суфозії глини, між нею та щебенем укладають мати із скловолокна.

2.4.5. Водоспрямовуючі споруди

Водоспрямовуючі вали та зливовідводи. Водоспрямовуючі споруди необхідні для відведення поверхневого стоку від діючих вершин, відвершків ярів та від ділянок схилених земель. Вони також спрямовують поверхневий стік до водозатримуючих і водоскидних споруд.

За конструктивними ознаками розрізняють такі водоспрямовуючі споруди: водоспрямовуючі вали, нагірні канали, зливовідводи. *Водоспрямовуючий вал* – це ущільнена земляна дамба з каналом, яка має поздовжній уклон для спрямування поверхневого стоку. *Зливовідвід* – канава, стінка та дно якої укріплені; його використовують для швидкого відведення води у населених пунктах. Водоспрямовуючий вал

або каналу, якщо це можливо, прокладають уздовж межі поля так, щоб вони не перешкождали механічному обробітку ґрунту. Коли водоспрямовуючий вал повинен перетнути шлях, у тому місці прокладають трубу, а якщо поряд з валом проходить дорога, то трубу прокладають по гребеню валу.

По трасі валу чи каналу для створів через кожні 100-200 м визначають площу водозбору і розрахункову витрату води. Знаючи поздовжній уклон каналу валу, її поперечний профіль і розрахункову витрату води, визначають швидкість потоку, яку порівнюють із допустимою швидкістю. Якщо остання менша за визначену, стінки каналу укріплюють. Тип укріплення визначають, враховуючи швидкість водного потоку в каналі. Іноді замість кріплення застосовують поперечні стінки-перепади, коли вартість їх менша за вартість суцільного кріплення укосів та дна каналу. Відстань між стінками визначають графічно або за формулою $l=h/(i_y-i_g)$, де i_y – тангенс кута між дном каналу і горизонтальною площиною; i_g – тангенс кута уклону, за якого швидкість потоку дорівнює максимально допустимій швидкості; h – висота стінки-перепаду, яка становить 0,5 м.

Поперечний переріз водоспрямовуючого валу може мати різні форми. Якщо стік незначний, найдоцільніше робити вал і каналу трикутної форми (з коефіцієнтом верхового укосу 5). При цьому слід дотримуватись балансу земляних робіт, щоб об'єм насипу дорівнював об'єму виїнятого ґрунту. Нагірні канали у поперечному перерізі мають форму трапеції, глибину 0,5-1,5 м і ширину по дну 1 м і більше, залежно від розміру водного потоку, на який вони розраховані. При витраті води до 1 м³/с бровка нагірної каналу має бути вищою над горизонтом води на 0,2 м, понад 1 м³/с – на 0,4 м. Уклон укосів залежить від ґрунту, де передбачається будівництво каналу. Для глинистих ґрунтів коефіцієнт укосів становить 1,5; для піщаних – 2.

Зливі відводи у поперечному перерізі здебільшого мають форму трапеції, ширина їх по дну приймається кратною 0,5 м. Бічні поверхні і дно його укріплюють залізобетонними плитами розміром 1×2 та 0,5×1 м. До спорудження водоспрямовуючого валу або нагірної каналу родючий шар ґрунту зрізують і використовують для покриття поверхні валу та каналу. Іноді зливовідводи роблять із залізобетонних блоків прямокутного чи параболічного перерізу або прокладають під землею трубопровід.

Укріплення водоспрямовуючих споруд. Залежно від швидкості водного потоку водоспрямовуючі вали засівають травами, покривають дерниною або ґрунтом, що оброблений в'язкими речовинами, асфальто- та залізобетонними плитами. При визначенні типу укріплення враховують можливість використання місцевих будівельних матеріалів.

Траву висівають навесні або восени при швидкості потоку води до 0,6 м/с. Укоси і дно каналу вали покривають 10-15-сантиметровим родючим шаром на суглинкових ґрунтах і 15-20-сантиметровим – на піщаних або засолених. Перед сівбою вносять добрива й обробляють ґрунт дисковою бороною. Після сівби поверхню, щоб запобігти ерозії, вкривають шаром соломи або бадиллям і поливають.

Укріплення укосів каналів, валів і котлованів водоскидних споруд за допомогою сівби трав має такі недоліки: ґрунт на укосах, особливо водоскидних споруд, має низьку родючість; укоси до проростання насіння трав зазнають дії водної ерозії.

Дернину застосовують при швидкості потоку води до 1 м/с. Поверхня ґрунту повинна бути спланованою. На малопродатних ґрунтах для вирощування трав перед укріпленням дерниною укоси та дно каналів вкривають родючим шаром (8-10 см) ґрунту. Дно кювету чи каналу до 1 м завширшки укріплюють щебенем або гравієм шаром 10 см. Канави трикутної форми у поперечному перерізі можна укріплювати дерниною. Коефіцієнт їх укосів – не менше 1,5. Дернину використовують лучну свіжонарізану, штучну або стрічкову.

Залізобетонні плити застосовують здебільшого на зливовідводах у населених пунктах та при швидкості водного потоку 2-6 м/с. Їх укладають на пісний бетон.

Якщо у воді є піщані або гравійні частинки, то швидкість водного потоку має бути не більше 3,5 м/с. При більшій швидкості використовують бетон високих марок.

Розміри залізобетонних плит – 0,5×0,5; 0,5×1,0; 0,5×2,0 і 1,5×3,0 м. Зовнішню поверхню їх, що прилягає до ґрунту, двічі покривають розчином бітуму. Під час монтажу залізобетонних плит застосовують різні типи швів.

Стики залізобетонних плит, якими кріплять кювети автомобільних доріг і залізниць, заливують бітумною мастикою, яка має такий склад за масою: бітум марки БНД-60/90 або 40/60 – до 60 %, мінеральний порошок – 25, азбестова дробина – 10, дробина з гуми – 5 %.

Співвідношення складових частин суміші можна дещо змінювати залежно від кліматичних умов. Такою мастикою заливують поперечні шви, а поздовжні – цементним розчином.

Перепади. При значних уклонах дна каналів часто замість залізобетонних плит роблять перепади з каміння на цементному розчині або з бето- чи залізобетону. Розміщують їх так, щоб утворився уклон, за якого швидкість потоку води була б допустимою. Дно й укоси каналу закріплюють: висівають багаторічні трави або укладають дернину. Перепади застосовують тоді, коли спорудження їх є дешевшим, ніж інших типів укріплень. Висота перепадів – 0,3-0,5 м. Іноді у ґрунті роблять стінки (рис. 21).

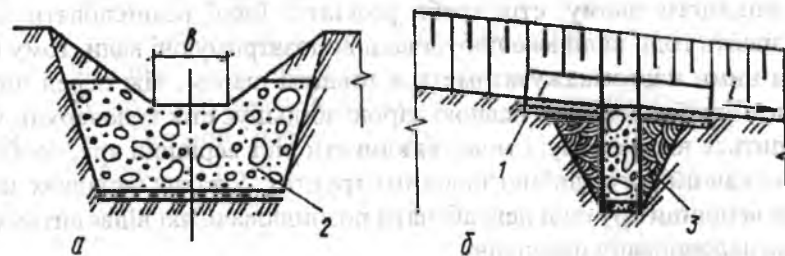


Рис. 21. Стінка в ґрунті: а – поперечний переріз; б – поздовжній переріз; 1 – залізобетонні плити; 2 – тіло стінки; 3 – замок з глини

Щоб канави водоспрямовуючих споруд не замулювалися, швидкість водного потоку ($V_{кр}$) в них має бути більшою за критичну замулюючу. Останню визначають за формулами І.І. Леві та ін. (Кисельов П.Г., 1974).

Формулу І.І. Леві застосовують при коефіцієнті шорсткості $n=0,0225$ і середньому діаметрі наносів $d=0,25$ мм:

$$V_{кр} = 0,5 \sqrt{R}, \text{ м/с,}$$

де R – гідравлічний радіус каналу.

Параметри водоспрямовуючого валу-каналів встановлюють таким же чином, як водозатримуючого валу-каналів. При цьому висота валу має дорівнювати 0,6-0,5 м над рівнем водного потоку в каналі.

Якщо швидкість води в каналі менша за критичну, збільшують уклон каналу, для чого відповідно змінюють його напрям.

Розшилювачі стоку. Щоб зменшити дію лінійної ерозії або запобігти їй, необхідно розподілити потік води на більшу площу. Чим менші ви-

трати води, тим менша її руйнівна дія. Іноді достатньо розподілити потік води на 2-3 струмочки, щоб зовсім припинити лінійну ерозію ґрунту.

Ріст старого або поява нового яру можуть бути спричинені неправильним перерозподілом поверхневого стоку. Це може зумовити також нова дорога, з якої не передбачене правильне відведення води, або коли лісосмуга розміщена вздовж схилу чи під кутом до нього. Якщо вода стікає у яр по всій довжині, руйнівна сила її може настільки зменшитись, що не створюватиме умов для збільшення яру, і він може припинити свою дію, перетворившись на балку. Коли вздовж такого яру посадити лісосмугу, вона спрямовуватиме весь стік концентрованим потоком, який призведе до появи нового відвершка яру. Щоб запобігти цьому, стік треба розсіяти. Іноді розпилувати стік треба навіть тоді, коли вже побудовані водозатримуючі вали, тому що сніг за ними нагромаджуватиметься товщим шаром, ніж перед ними на водозбірній площі. Це певною мірою збільшує стік із поверхні, яка знаходиться нижче валу, і може викликати ріст вершини яру, особливо при значній його глибині та легких ґрунтах. У таких випадках за 3-4 м від вершини яру слід передбачати розпилувачі, які відводитимуть воду на задерновану поверхню.

Розпилувач стоку – це земляний валик-канава, який ділить потік води на дві частини. Будують його з таким розрахунком, щоб від середини у кожний бік уклон становив 0,005, а в поперечному перерізі мав форму трикутника або трапеції. Коефіцієнт укосів (m) дорівнює 2-3, висота (h) – 0,3-0,5 м.

2.4.6. Водоскидні споруди

Водоскидні споруди розміщують там, де на шляху потоку води рельєф місцевості різко знижується, а також спостерігається вторинне поглиблення дна яру (рис. 22, 23, 24). Найчастіше це буває тоді, коли потрібно скинути потік води на дно яру, балки чи безпосередньо в річку. З усіх гідротехнічних протиерозійних споруд водоскидні є найбільш трудомісткими. Будують їх у наступних випадках: коли у зв'язку з топографічними умовами неможливо зарегулювати стік іншими способами; коли площа водозбору становить понад 10-15 га; якщо необхідно захистити населені пункти, інженерні та промислові споруди від діючих ярів; коли через інженерно-геологічні умови будівництво водозатримуючих споруд недопустиме; якщо треба захис-

тити територію з цінними багаторічними насадженнями, де будівництво водозатримуючих валів є небажаним, а також при вторинному заглибленні дна яру.

Водоскидні споруди повинні відводити воду автоматично. Їх розраховують на пропуск максимальної витрати води. Кількість водоскидів має бути мінімальною. Якщо яр має кілька діючих вершин, вибирають одну з них, де влаштовують водоскид, а до нього підводять вали-канави від інших вершин яру. Водоскидні споруди бувають постійні й тимчасові. Останні роблять, якщо потрібно відвести воду від будівельного майданчика. Після закінчення будівництва тимчасові споруди розбирають.

Протиерозійні водоскидні споруди будують при витратах води переважно до $10 \text{ м}^3/\text{с}$. Тип водоскидної споруди та її розміщення залежать від рельєфу і геологічної будови місцевості, а також від наявності місцевих будівельних матеріалів. Поздовжня вісь споруди, як правило, повинна збігатися із загальним напрямком водного потоку.

В основі водоскидної споруди повинні залягати ґрунти, які не осідають, не містять легкорозчинних солей і можуть витримувати навантаження. Родючий і насипний ґрунти і торф не можуть бути основою споруди, тому їх замінюють крупнозернистим піском чи кар'єрною дробиною. У цьому випадку проводять заходи проти можливого проникнення води в пісок та для відведення профільтованих вод.

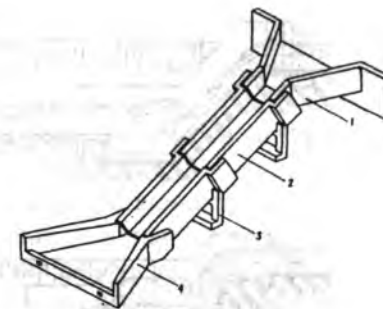


Рис. 22. Конструкція лотка-швидкотоку із збірною залізобетоною: 1 – водоприймач; 2 – зливні секції; 3 – рамчасті підпори; 4 – водобій

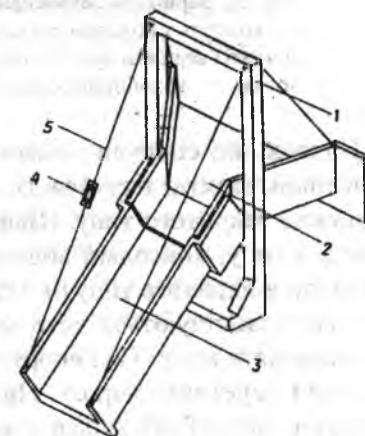


Рис. 23. Конструкція висячого водоскиду із збірною залізобетоною: 1 – водоприймач; 2 – зливний лоток; 3 – підпора зливного лотка; 4 – несучі штанги; 5 – водобій

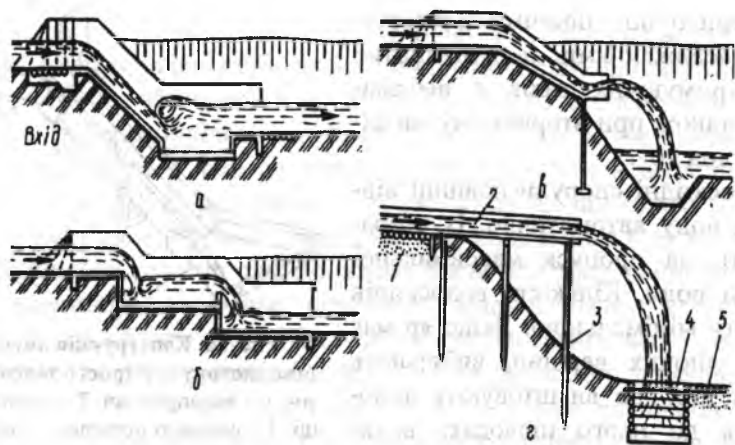


Рис. 24. Вершинні водоскидні споруди: а – швидкотік; б – перепад; в – консоль з похилим лотком; г – консоль з прямим лотком; 1 – закріплена вершина яру; 2 – струменевоспрямовуючий лоток; 3 – опора лотка; 4 – водобійний колодязь; 5 – укріплена частина днища яру

Водоскидні споруди бувають таких типів: швидкотоки, перепади, консольні, шахтні і трубчасті. Останні два типи споруд належать до водоскид закритого типу. Швидкотоки й перепади – це споруди відкритого типу, консольні водоскиди – закритого та відкритого типів. Споруди відкритого типу більш надійні в експлуатації, ніж закритого, які часто засмічуються, тому може виникнути загроза прориву валів, що відводять воду. Такі споруди будують переважно у місцях, де потік води перетинає дорогу. Проте й у цих випадках закриту частину споруди слід робити тільки в межах перетину дороги потоком.

Із споруд відкритого типу найпоширеніші швидкотоки, менше – перепади та консольні водоскиди. Останні доцільно будувати тільки в місцях, де по дну яру та в нижній частині його залягають скельні породи.

Спорудження перепадів вимагає значно більших затрат ручної праці, ніж водоскидів інших конструкцій. Механізувати їх будівництво важко, а в деяких випадках неможливо. Для їх будівництва необхідно мати надійну основу, тому перепади роблять тільки там, де немає місця для спорудження швидкотоків, наприклад, у населених пунктах. Швидкотоки прості в експлуатації, будівництво їх можна майже повністю механізувати. Серед інших водоскидних споруд вони найлегші, і тому менш вимогливі до основи. Слід зазначити, що надійна основа у місці будівництва водо-

скиду трапляється не часто. Каскад перепадів раціонально робити при уклони місцевості до 10° і висоті перепаду до 2-3 м. При більших уклоних перепада залишається за швидкотоками.

Тип водоскидної споруди слід визначати на основі техніко-економічного аналізу можливих варіантів конструкцій.

Водоскидні споруди будують із збірної чи монолітної залізо-, бутобетону або з каміння. При використанні монолітного залізо-, бутобетону та каміння доводиться вдаватися до ручної праці, тому найчастіше водоскиди будують із збірної залізобетону, блоки якого виготовляють на заводах.

Кожна водоскидна споруда складається з понура, водобією та рисберми. Для відведення води до споруди передбачають водоспрямовуючі вали. *Понуром* називають вхідну частину водоскиду, яка захищає від розмиву ділянку, що знаходиться перед спорудою, та продовжує шлях підземного фільтраційного потоку, зменшуючи його напір. Понур роблять водонепроникним.

Водобій – це непроникна частина гідротехнічної споруди, яка приймає удар поверхневого потоку і гасить напір фільтраційних вод.

Рисберма – водопроникна частина споруди, яка створює умови для плавного зменшення швидкості потоку води в кінці водобією та забезпечує вихід фільтраційних вод на поверхню. Для цього на початку рисберми влаштовують зворотний фільтр. Він складається з кількох шарів сипкого будівельного матеріалу, діаметр фракції якого збільшується за напрямком потоку фільтрації, що запобігає виносу частинок ґрунту з-під споруди. Зворотний фільтр роблять із піску, щебеню або гравію. Останнім часом для цього використовують мати із скловолокна або з базальтового волокна.

Понур водоскидної споруди роблять із глини або нелесовидного суглинку шаром 0,5-0,6 м, який зверху вкривають залізобетонними плитами. Довжина його залежно від водопроникності ґрунту основи може бути 4-6, а ширина 6-12 м. Чим більша водопроникність ґрунту, тим більший розмір понура. Мокрі укоси валів, що відводять воду в місцях примикання до вхідних блоків водоскидної споруди, покривають шаром глини, яку зверху захищають від розмивання залізобетонними плитами. Перед входом у споруду на всю ширину понура роблять зуб із глини завтовшки 1 м, який закладають на глибину до 2 м у місці, де водоспрямовуючі споруди примикають до оголовка водоскиду.

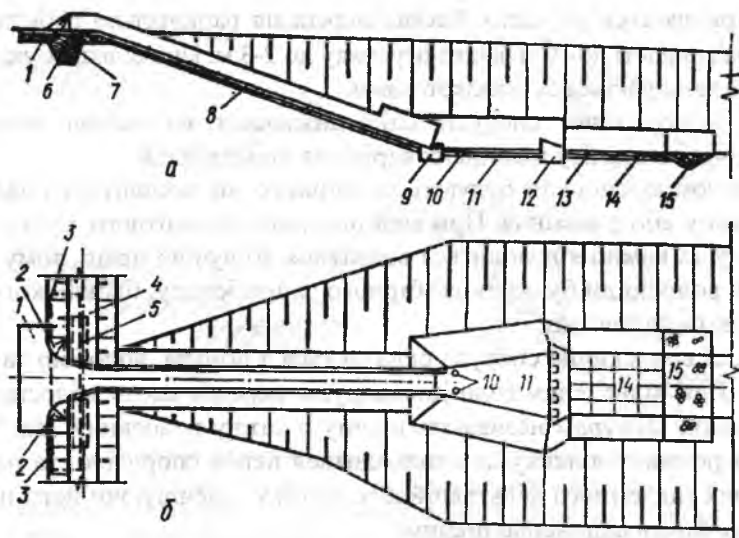


Рис. 25. Швидкотік: а – переріз; б – план; 1 – понур; 2 – конус; 3 – контур екрана з глини; 4 – водоспрямовуючий вал; 5 – Г-подібні блоки; 6 – екран з глини; 7 – фартух з асфальтових мат; 8 – похила частина лотока; 9 – упорний брус; 10 – розвантажувальні отвори; 11 – водобій; 12 – гаситель; 13 – зворотний фільтр; 14 – рисберма; 15 – кам'яна призма

Оголовок із понуром з'єднують за допомогою *фартуха*, який складається з двох шарів асфальтових армованих матів, котрі виготовляють на місці будівництва. Арматурою є лляна чи джгутова тканина або прядиво, оброблені бітумом. Її з обох боків покривають мастикою.

Швидкотоки складаються з водоспрямовуючих валів, понура, лотока, водобою та рисберми (рис.25). *Водоспрямовуючі вали* підводять воду до швидкотоку. Вони не повинні пропускати її в обхід лотока або допускати переливання через себе. Тому вали є водонепроникними і мають достатню висоту.

Уклон *лотока* швидкотоку, залежно від місцевих умов, має бути від 10 до 30°, проте не більше природного уклону ґрунту у водонасиченому стані, що є основою споруди. Однак, чим менший уклон лотока, тим довший лотік і тим більше будівельного матеріалу потрібно для його спорудження, а отже – і вартість його буде більшою. Залежно від уклону поверхні землі вздовж осі лотока, уклон останнього може бути постійним або змінним. Кращим є варіант, коли уклон ло-

тока у верхній частині більший, а в кінцевій – менший, що зменшує швидкість водного потоку та знижує сполучену глибину на водобой.

Лотоки у поперечному перерізі можуть бути прямокутними, параболічними або трапецієподібними. Найкраще будувати лотоки прямокутної форми, оскільки вони зручніші при монтажі і при осіданні ґрунту менше руйнуються. Щоб лотік не засмічувався, ширина його має бути не менше 0,5 м.

Для відведення дренажної води з-під основи споруди під лотоком через 10-15 м упоперек укладають труби з отворами, які приєднують до трубопроводу колектора, розташованого зовні лотока. Дренажні води відводять у нижній б'єф. Дренаж знижує депресійну поверхню фільтраційного потоку та зменшує рівноважний тиск на дно лотока. Щоб уникнути розмивів фільтраційними водами основи лотока, упоперек нього, нижче кожної труби з отворами, укладають екран з глини. Якщо швидкість води в лотоку перевищує допустиму, а зменшення його уклону є небажаним, створюють штучну шорсткість (за допомогою зубів, шашок, брусків). При ширині лотока, яка в 10 і більше разів більша за глибину потоку, може виникнути бічне розкачування води. Для уникнення його в середині лотока вздовж роблять стінки, завдяки чому збільшується змочений периметр, що сприяє зменшенню швидкості водного потоку. Цього можна досягти також зменшенням поздовжнього уклону або ширини лотока.

Утворенню хвиль, які виникають при значній довжині лотока, запобігають, встановлюючи відношення глибини потоку до змоченого периметра понад 0,02 для прямокутних і понад 0,04 – для трапецієподібних лотоків за допомогою поздовжніх стін усередині лотока.

Верх вхідного оголовка швидкотоку над розрахунковим рівнем води має дорівнювати 0,5 м для витрати водного потоку до 3 м³/с і 1 м – при витраті понад 3 м³/с. Підвищення верху лотока над рівнем водного потоку при витратах води 1-10 м³/с і більше (з урахуванням аерації) повинне становити відповідно 20, 30 і 40 см. При трапецієподібних швидкотоках з коефіцієнтом укосів 1,5 ці величини збільшуються на 15 %.

Для збільшення пропускної здатності вхід у швидкотік має бути ширшим за ширину блоків лотока. Перехід із ширшої частини до вузької роблять на горизонтальній частині споруди, яка розміщена вище похилої. Щоб зменшити сполучену висоту потоку, водобій та рис-

берму роблять ширшими, ніж лотік. Радіус заокруглення осі лотока приймають не меншим за десятикратну ширину лотока.

Для зменшення фільтраційного тиску на дно лотока в кінці його або на початку водобою роблять фільтраційні отвори діаметром 50 мм. Щоб запобігти суфозії ґрунту, під отворами укладають зворотний піщано-гравійний фільтр або мати з базальту чи із скловолокна. Проти зсування лотока на кінці його укладають поперечний упорний залізобетонний брус.

Потік води по лотоку досить бурхливий. Щоб вона не підмивала нижню частину споруди, за брусом встановлюють водобій із гасителем енергії потоку. До гасителів енергії належать водобійний колодезь, водобійна стінка та донні пороги, які розміщують у кінці водобою. *Водобійний колодезь* – це заглиблення в кінці водобою, *водобійна стінка* – щільна перешкода на шляху потоку. Щоб перед стінкою не залишалася і не замерзала вода, на ній на рівні дна водобою роблять отвори. *Донні пороги* – це виступи, у які розщеплюють водний потік. Водобійні колодезці та стінки часто засмічуються, тому краще робити донні пороги. Крім того, для влаштування колодезця треба заглиблювати котлован у нижній частині споруди, що не завжди є можливим.

Донні пороги бувають таких конструкцій: зубчастий поріг Ребока, шашковий гаситель, переривчасті стінки. *Зубчастий поріг Ребока* забезпечує перехід донного режиму водного потоку на водобою у поверхневий та деякою мірою рівномірно розподіляє потік на рисбермі. Проте, за порогом утворюється *донний валець*, через що спостерігається пульсація і розмивна дія водного потоку.

Шашковий гаситель рівномірніше розподіляє водний потік на рисбермі, не утворює донного вальця, тому пульсація та розмивна дія водного потоку менші, ніж при зубчастому порозі Ребока. Проте, цей гаситель більше зазнає дії кавітації через вакуум, який створюється при обтіканні шашок, а також швидше засмічується.

Швидкотоки будують із залізо-, бутобетону, бетону, бутової кладки або дерева. Найчастіше їх роблять із збірного залізобетону. Дерев'яні швидкотоки застосовують як тимчасові для відведення води під час будівництва водоскидних споруд.

Залізобетонні блоки лотока швидкотоку з'єднують у стик на муфтах, у напуск за допомогою розтруба, а також замоноличуванням випусків арматури. На ґрунтах, що осідають, блоки з'єднують розтру-

бом із шириною перепуску 30 см. Крім того, на стиках передбачають випуски арматури, кінці якої зварюють. Конструкція стиків має бути водонепроникною і виконувати свої функції при осіданні ґрунту. Стіни та дно швидкотоку з монолітного залізобетону і бетону по довжині через 10-15 м розрізають швами й у цих місцях кладуть товщій шар бетону. Шви заповнюють бітумом з прокладкою толю та руберойду або просмоленими дошками. Поверхні залізобетонних блоків лотока, які стикаються із ґрунтом, покривають розчином бітуму. У пазухи між стінками лотока та котлована закладають глину, яку ущільнюють. Нижче гасителя енергії передбачають рисберму з каміння або залізобетонних плит, укладених по шару щебеню.

На місці виходу фільтраційного потоку для захисту ґрунту від суфозії та руйнування влаштовують фільтри із скловолокна або базальтового волокна чи зворотний піщано-гравійний фільтр.

Для вільного виходу фільтраційного потоку стики залізобетонних плит рисберми не замоноличують, а з'єднують по кутах за допомогою кілець з круглої сталі. Нижче швидкотоку, якщо уклон дна яру значний, роблять загати.

Поверхню схилів яру в межах швидкотоку планують і надають їм уклон, не більший за природний, коефіцієнт якого для пухких ґрунтів найчастіше становить 1,5. На схилах через кожні 6 м по висоті влаштовують берми завширшки 3-4 м.

Поверхню укосів покривають дерниною, яку закладають у клітку з підстилкою родючого ґрунту, і висівають насіння трав. Дернину можна замінити залізобетонними блоками, які утворюють клітки з отворами 1×1 м; їх заповнюють родючим ґрунтом і засівають.

Східчасті перепади, залежно від висоти перепаду, мають один або багато східців. При висоті скидання води до 2-3 м застосовують односхідцеві, а при більшій – багатосхідцеві перепади, які складаються з водоспрямовуючих валів, понура, східців та рисберми, а східці – з водобійного колодезця, водозливної та бічних стінок (рис. 26).

Стінки перепаду виконують як підпірні; товщину їх визначають з урахуванням тиску ґрунту за стінкою.

Перепади будують із бетону, залізобетону або каміння. Залізобетонні стінки складають з Г-подібних блоків з контрфорсами, що дає змогу значно зменшити товщину стінок. Тому залізобетонні східчасті перепади значно дешевші, ніж із бетону або каміння.

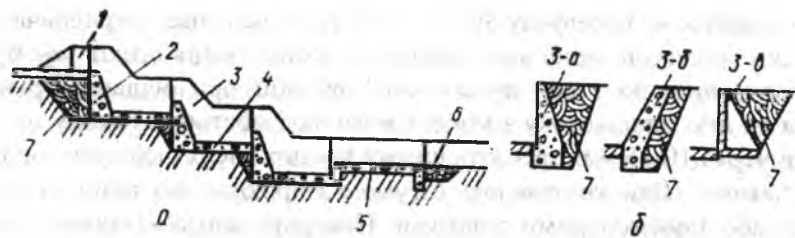


Рис. 26. Багатосхідчастий перепад: а – поздовжній переріз; б – бічні стінки перепаду; 1 – оголовок; 2 – водозливна стінка; 3 – бічна стінка; 4 – водобійний колодязь; 5 – рисберма; 6 – призма з каміння; 7 – глина

Стінки перепаду мають велику масу, тому їх відокремлюють від дна водобійного колодязя за допомогою осадочних швів. Висота східців – до 3 м, бічних стінок – на 0,5 м вища від рівня води при витратах до 10 м³/с. Товщина дна водобійного колодязя з бетону – 30–40 см при висоті сходинки до 2 м. При більшій висоті східців товщина дна колодязя може становити 60 см і більше.

Оголовок споруди потрібно добре ізолювати від проникнення поверхневого стоку вздовж зовнішніх поверхонь передньої та бічних стінок перепаду. Для цього встановлюють відповідної довжини передню стінку та засипають усі пазухи глиною. Щоб запобігти утворенню вакууму нижче падаючого струменя, у це місце за допомогою труб підводять повітря.

Трубчастий перепад споруджують, якщо потрібно, щоб водоскидна споруда перетинала дорогу або вулицю. Він складається з водоспрямовуючих валів, понура, оголовка, який може бути ківшового або шахтного типу, трубопроводу, водою та рисберми (рис. 27).

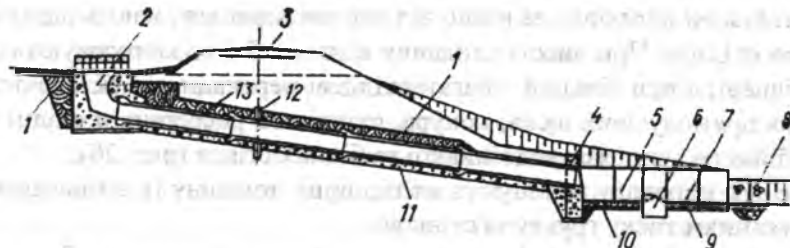


Рис. 27. Трубчастий перепад: 1 – ізоляція з глини; 2 – шахта; 3 – дорожній насип; 4 – вихідний оголовок; 5 – водобій; 6 – гасителі; 7 – рисберма; 8 – призма з каміння; 9 – зворотний фільтр; 10 – дренажні отвори із зворотним фільтром; 11 – основа з бетону; 12 – діафрагма; 13 – трубопровід

Ківшовий оголовок у поперечному перерізі має форму ковша, який в умовах гідравліки переважає шахтний. Шахту в плані роблять квадратною або круглою.

Трубопровід може мати безнапірний, напівнапірний та напірний режими роботи. При *безнапірному режимі* водний потік протікає у трубі з вільною поверхнею. Причому, вихідний отвір трубопроводу не підтоплений. Напір перед трубопроводом при цьому має бути меншим за $1,1d$, де d – діаметр трубопроводу (Даденков Ю.М., Зубрій П.Е., 1950). При *напірному режимі* водний потік повністю заповнює трубу, вхідний отвір затоплений, у кінці трубопроводу можливий відрив потоку від верху труби. При *напівнапірному режимі* водний потік протікає з вільною поверхнею, вхідний отвір трубопроводу затоплений, а вихідний – ні.

При переході від напівнапірного до напірного режиму спостерігається нестійка робота споруди, чого не можна допускати.

Консольний водоскид – це споруда, яка відкидає потік води на деяку відстань від вершини перепаду на дно яру чи балки. Він складається з водоспрямовуючих валів, понура, оголовка, лотка та зливу. Лотік підводить воду до зливу (рис. 24).

У місці падіння потоку утворюється вирва розмиву, яка з часом збільшується доти, поки донна швидкість водного потоку не стане меншою за розмивну. Глибина вирви розмиву може стати значною і зумовлювати обвалювання стінок яру і навіть руйнування оголовка споруди. Обвалювання стінок яру припиниться, коли на дні вирви швидкість води буде нерозмивною і дно яру матиме уклон рівноваги. Тому консольні водоскиди будують там, де залягають скельні ґрунти.

Водоскидні споруди на неміцних насичених водою ґрунтах. На практиці трапляється так, що в основі водоскидної споруди залягають насичені водою мулваті супіски значної потужності із прошарками торфу. Такі ґрунти зміцнюють крупно- чи середньозернистим піском і кар'єрною дробиною. На дно котловану насипають пісок, шар якого поступово нарощують доти, поки по ньому зможуть пересуватись механізми (бульдозери), не призводячи до опускання ґрунту. На цей шар укладають кар'єрну дробину, а на неї – залізобетонні блоки або лотки швидкотоку.

Перед оголовком роблять замок із глини, а між замком і кар'єрною дробиною для запобігання механічній суфозії прокладають мати із скловолокна або базальтового волокна, поверхні яких захищають поліетиленовою сіткою. Ґрунтові води відводять за допомогою труб.

Водоскидні споруди на ґрунтах, які осідають. При проектуванні протиерозійних гідротехнічних споруд на лесових ґрунтах, що осідають, слід враховувати можливу їх деформацію. При цьому під спорудою ущільнюється ґрунт під час та після осідання. Деформація після осідання спостерігається при постійному зволоженні лесового ґрунту, коли в ньому розм'якшуються структурні зв'язки, що зумовлює пластичне його ущільнення під спорудою. Ущільнення відбувається також при суфозії ґрунту (хімічна та механічна) під час фільтрації води. З метою запобігання деформації, ґрунт основи водоскидної споруди замочують до будівництва за допомогою свердловини та шурфів.

Швидкотік вантової конструкції слід застосовувати на ґрунтах, які при замочуванні осідають. При осіданні навіть одного блока лотока звичайної конструкції водний потік поверхневого стоку проникає у ґрунт, який є основою споруди, розмиває його, внаслідок чого швидкотік руйнується. Це загрожує ділянці землі, яка розташована вище споруди. На ній часто утворюється новий яр. Для підвищення надійності споруди під час її експлуатації всі блоки на похилій частині швидкотоку зв'язують за допомогою поздовжньої арматури із круглої сталі. Останню перепускають через монтажні петлі, що знаходяться зверху блоків. Блоки вхідного оголовка приєднують до поздовжньої арматури за допомогою вертикальних стрижнів. Поздовжню арматуру заанкерують зверху в бетонний брус, а внизу – у гаситель (рис. 28).

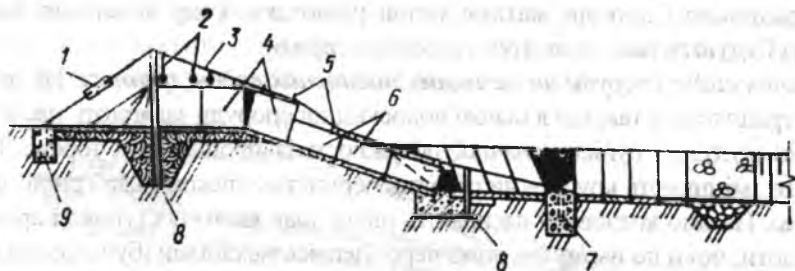


Рис. 28. Швидкотік вантової конструкції на ґрунтах, які просідають:

1 – гвинтова стяжка; 2 – підвіски; 3 – поздовжній вант; 5 – петлі; 4, 6 – блоки лотока; 7 – нижній анкер і гаситель; 8 – стовп; 9 – верхній анкер

При осіданні ґрунту під блоками останні зависають. Утворені під ними порожнини заповнюють ґрунтом, який ущільнюють без демонтажу блоків споруди.

2.4.7. Донні споруди

До донних належать різні споруди, які захищають вершини ярів, знижують швидкість течії води по яру, а також дамби і загати (рис. 29). Ці споруди зводять переважно після проведення фітомеліоративних заходів, спрямованих на закріплення вершини яру, і поділяють на тимчасові та довгодіючі.

Тимчасові донні споруди влаштовують на закріплованих рослинністю ділянках, де одні лише агротехнічні й фітомеліоративні заходи не запобігають ерозії і молоді насадження деревних рослин швидко зникають. Інакше кажучи, вони призначені для захисту ґрунтів від ерозії на період, необхідний для вкорінення рослин, які закріплюють схили. Такі ж споруди зводять у місцях, де треба зменшити швидкість течії води і викликати відкладання наносів. Серед тимчасових гідротехнічних споруд найпоширенішими є дротяні валики, перемички з дротяної сітки, хворосту, загати, земляні перемички, серед тривалодіючих – муловловлюючі греблі, габіони та греблі, що припиняють ріст яру.

Дротяні валики влаштовують у головній частині яру. Це споруди з дротяної сітки, виготовленої з товстого оцинкованого дроту. Ширина їх – близько 2 м. Цю сітку стелять уперек яру, а збоку гирла його кладуть на край сітки каміння або інший вантаж. Другий край сітки загинають, закриваючи нею каміння. Потім край сітки сплітають дротом у валик, через який проникає вода, але швидкість її руху різко знижується.

Перемички з дротяної сітки влаштовують також у головній частині яру. Для цього забивають дерев'яні кілки, до яких кріплять перемичку з дротяної сітки. Нижній край сітки закопують у землю. Висота сітки, яка різко знижує швидкість водного потоку, – близько 0,5 м.

Перемички з хворосту роблять так: уперек яру забивають два ряди кілків і між ними укладають гілки діаметром до 3 см. Зверху притискають вантажем або кріплять до кілків дротом (рис. 29 А).

Загати влаштовують у верхній розмивній частині яру на відстані 100-200 м від вершини (рис. 29 Б). **Донні загати** утворюють ставки, зменшують швидкість потоку, сприяють відкладанню наносів, вирівнюють нахил дна яру і цим послаблюють розмивання схилів, створюють умови для їх заліснення та задерніння. Залежно від напору води і того, на який період розраховане існування загати, її споруджують із дротяної сітки, хворосту, плоту, фашин, каміння, бетону.

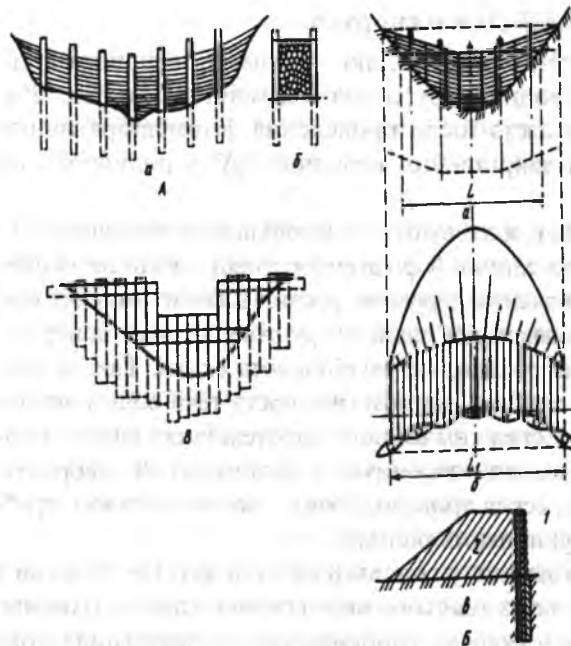


Рис. 29. Донні споруди: А – перемичка із хворостя (а – вигляд спереду, б – вигляд в розрізі); Б – однорядна плотова загата (а – вигляд спереду; б – вигляд в плані; в – вигляд збоку); 1 – загата; 2 – утрамбований насипний ґрунт; В – брусова гребля

ка прогину становить 1/8-1/10 довжини загати по гребеню. Для зменшення підмиву берегів загата має бути спрямована випуклістю назустріч течії. Прогин у вертикальній площині становить 20-30 см. З боку вершини яру вздовж плоту загати насипають і утрамбовують ґрунт. Ширину основи насипу роблять удвічі більшою за висоту.

Оптимальну кількість загат по дну яру визначають за формулою:

$$n = \frac{H - IL}{h}$$

де H – різниця висот початкової і кінцевої точок закріпленої ділянки; I – нахил, за якого русло не розмивається (для піщаних ґрунтів становить 0,005, для суглинкових – 0,008°, глинистих – 0,01°); L – довжина закріпленої ділянки; h – висота загати.

Відстань між загатами (L) визначають за формулою:

Останнім часом роблять земляні загати. Вони вигідні тим, що роботи, пов'язані з їх спорудженням, можна повністю механізувати.

Плотові загати бувають однорядні та дворядні. Однорядні загати мають висоту до 0,5 м. Вони витримують напір на гребені 0,2-0,3 м. Дворядні загати споруджують висотою до 1 м. Вони витримують напір води 0,3-0,5 м.

Плотові й хворостяні загати мають стрілку прогину в горизонтальній і вертикальній площинах. У горизонтальній площині стрілка

$$L = \frac{h}{i_0 - i}$$

де i_0 – нахил русла яру; i – гранично допустимий нахил.

Земляні перемички інколи влаштовують у ярах глибиною від 2 до 10 м. Упоперек яру бульдозером насипають систему земляних перемичок, відстань між якими дорівнює довжині ставка і запасного простору.

Брусовані греблі будують таким же чином, як і хворостяні, але палі роблять товщими і розміщують ближче одну до одної. Вони мають довжину близько 2 м і діаметр до 10 см. Відстань між парними палями дорівнює діаметру деревин. Для підвищення стійкості загати палі скріплюють у верхній частині болтами або поперечними накладками (рис. 29 В).

На великих водозборах для запобігання ерозії необхідно зводити довгодіючі гідротехнічні протиерозійні споруди. Вони мають бути ефективними при нагромадженні великої кількості зливових вод і слугувати протягом багатьох років. Довгодіючі споруди, на відміну від тимчасових, працюють без ремонту протягом 10 років експлуатації і більше.

Муловловлюючі греблі можуть бути ефективним засобом запобігання надходженню у водойми наносів із ярів. Їх будують навколо озер і водосховищ, які охороняються. Наприклад, у Чорнобилі була побудована велика гребля вздовж річки Прип'ять для затримання стоку вод і мулу, забруднених радіоактивними елементами, в Київське водосховище. Такі греблі регулюють стік і осаджують мул у руслі яру, акумулюють зливовий стік і згодом після відстоювання випускають його у водоймища малими дозами. Муловловлюючу греблю будують, як правило, у верхів'ях долини яру або балки з таким розрахунком, щоб вона затримала стік від однієї зливи. На греблях передбачають водовипуски у вигляді постійно відкритої труби діаметром 15-20 см. Вода з водосховища, створеного перед греблею у верхів'ях яру, виходить через цю трубу за 1-2 доби. Водоспускна труба має отвір вище підлоги греблі. Випущена з труби вода знаходиться у нижньому б'єфі. Вода надходить у водобійний колодязь-споруду з трьох бетонних стінок і бетонного днища.

Греблі, які припиняють ріст яру, споруджують у місцях, де ріст яру загрожує руйнуванням дороги, моста або інших інженерних споруд. Будують їх без водозливу, дещо нижче верхів'їв яру, оскільки вони мають утримувати воду на рівні верхів'їв яру з тим, щоб повністю ліквідувати руйнівну силу потоку. Завдяки таким греблям на місці

ярів утворюються ставки, воду з яких можна використати для зрошення, розведення риби та ін.

Габіони – це гнучкі греблі, спосіб спорудження яких розроблений в Італії. Їх використовують у місцях, де ґрунт внаслідок зволоження, промерзання і висушування осідає і набухає. Бетон і цегляні кладки греблі чинять достатній опір напору води, проте під впливом набухання й осідання ґрунту тріскаються і руйнуються. Габіони дуже нагадують дротяні валики. Від останніх вони відрізняються тим, що каркас їх роблять більш міцним (з товстого дроту, а не з дротяної сітки). Товстий дріт скручують у трубу і набивають камінням. Діаметр габіонів – до 1 м. Їх кріплять упоперек долини яру. Такі споруди гнучкі й міцні. Замулюючись, вони не пропускають воду.

Під час злив і танення снігу вода стікає в яр, поглиблює його дно і замулює продуктами змиву річки та водосховища. Продукти змиву можуть відкладатися і по дну яру. Під час наступних злив ці продукти переносяться на нове місце і навіть нижче яру. Поглиблення яру внаслідок значного нахилу дна зумовлює значну швидкість потоку, при якій породи розмиваються, збільшується висота схилів яру, зменшується їх стійкість і вони обвалюються. Яр збільшується не тільки в довжину, а й у ширину. Іноді внаслідок поглиблення дна яру виникають *зсуви*. Це відбувається при підсіканні слабких глинистих порід із значним кутом падіння, які є основою порід, що складають схили яру.

При проведенні агротехнічних і лісомеліоративних протиерозійних заходів вода, що стікає в яр, містить менше продуктів розмиву, тому ріст яру може значно прискоритись. Щоб зменшити розмивну дію потоку і припинити поглиблення яру, будують загати або греблі, створюють мулофільтри, садять дерева, які зменшують швидкість потоку до допустимих меж, затримують мул. Загати і греблі, підвищуючи дно яру, зменшують висоту його стінок, а це, у свою чергу, збільшує їх стійкість, зменшує небезпеку зсувів та обвалів. У разі підвищення дна яру зростає його ширина. Якщо є можливість відвести воду за допомогою дамб, обвалування до якогось схилу яру, дно іноді засівають сільськогосподарськими культурами.

Донні споруди роблять після побудови на території басейну водозбору протиерозійних гідротехнічних споруд та проведення лісомеліоративних заходів. Дно яру після водоскидної споруди має дуже часто великий нахил, який спричинює бурхливу течію води. Це призво-

дить до того, що водоскидна споруда руйнується знизу. Заобігти цьому можна будівництвом загат. Крім того, їх споруджують на ділянках, де поглиблюється дно яру. І.Д. Брауде (1965) рекомендує будувати загати групами на ділянках, де потрібно стабілізувати дно яру або затримати найбільше продуктів змиву. При закріпленні яру враховують його тип та стадію розвитку.

Конструкція загат. Ці споруди повинні витримувати тиск води та змитого ґрунту. При проходженні потоку через загату схили яру не повинні підмиватися, а дно за водозливом розмиватися. Ні в якому разі не можна, щоб потік обходив загати з боків та під основою, оскільки це може призвести до їх руйнування. Після замулювання загат на дні яру утворюється уклон рівноваги і воно не поглиблюється.

Кожна загата складається з водозливної стінки, понура, водобою. Бічні поверхні понура запобігають обходу води за загату, водобій гасить енергію потоку.

Загати будують із каміння, верби, залізо-, бутобетону та ґрунту. Для будівництва використовують місцеві матеріали.

За способом будівництва кам'яних загат розрізняють кам'яні кладки на цементному розчині, кам'яні кладки без розчину (суха кладка), із закладанням каміння в ящики з арматурної сталі (рис. 30).

Загати з верби бувають одно- і дворядні. Останні роблять з верби у вигляді кліток розміром 1×1 м, які заповнюють камінням (рис. 31). Висота їх – до 1 м.

Загати типу габіона споруджують із ящиків, які в'яжуть з оцинкованого дроту і заповнюють камінням. Розмір ящиків – 1×0,5×0,5 м – 1×2×0,5. Залізобетонні загати (рис. 32) споруджують із збірних залізобетонних блоків у вигляді поперечних стінок з Г- чи тавроподібних блоків або із залізобетонних ящиків без кришок.

За конструкцією загати з бутобетону подібні до загат із кам'яної кладки на цементному розчині.

Кам'яні загати на цементному розчині, бут- та залізобетонні не можна споруджувати там, де можливе осідання ґрунту, який є основою споруди. Чим вищою є загата, тим більше потрібно для неї матеріалу. Причому, витрата його збільшується пропорційно квадрату, а обсяг затриманого твердого стоку – майже кубу її висоти. Проте при збільшенні висоти загати нижче неї зростає розмивна дія водяного потоку, що ускладнює конструкцію гасителів.

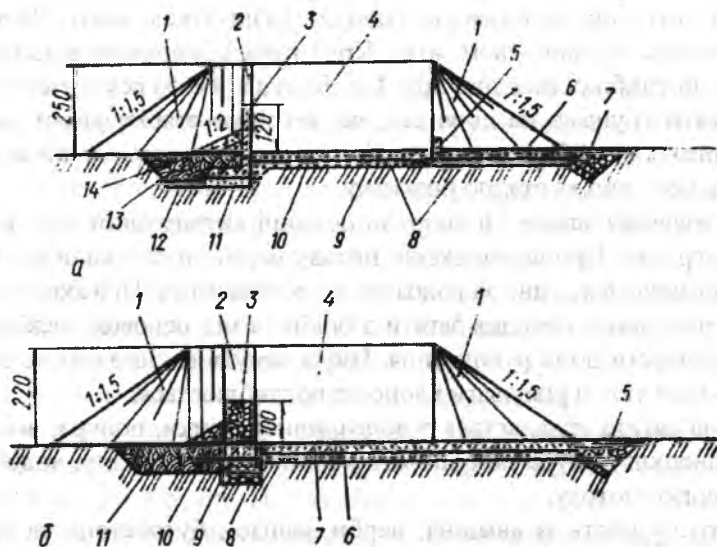


Рис. 30. Залізобетонна та армована загата з кам'яної кладки без розчину: а – залізобетонна загата; 1 – конус; 2 – бічна стінка з Г-подібних блоків; 3 – водозлив з Г-подібних блоків; 4 – кріплення залізобетонними плитами; 5 – гаситель; 6 – ребристі залізобетонні плити; 7 – щебінь (дренажна призма); 8 – підготовка з щебеню; 9 – монолітний залізобетон; 10 – прокладка з толю; 11 – підготовка з бетону; 12 – фартух з толю; 13 – понур із суглинку; 14 – дренажна призма; б – армована загата з кам'яної кладки без розчину; 1 – конус; 2 – армокам'яна бічна стінка; 3 – армокам'яний водозлив; 4 – кріплення залізобетонними плитами; 5 – кам'яна призма; 6 – підготовка з щебеню; 7 – залізобетонні плити; 8 – фундамент з щебеню та кар'єрної дробини; 9 – монолітний бетон фундаменту; 10 – привантаження з каменю; 11 – понур із суглинку

Загати в ярах, де не спостерігаються селі, будують висотою 1-1,5 м. Іноді їх роблять у вигляді стінок. Такі загати не утворюють підпору води.

Загати з верби будують у вологих місцях, де по дну яру виходять або близько залягають підґрунтові води. Будівництво таких загат є значно дешевшим, ніж із каміння на цементному розчині або із кладки без розчину, з буто- чи залізобетону.

Буто-, залізобетонні та кам'яні загати будують після водоскидних споруд для утворення спокійної течії води і щоб нижня частина споруд не підмивалась.

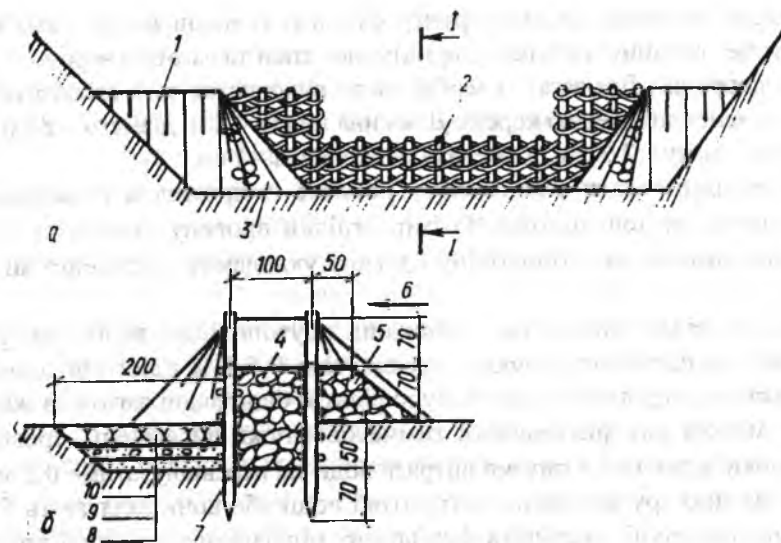


Рис. 31. Дворядна загата із закладанням каміння у клітки з верби та хмизу: а – загальний вигляд з нижнього б'єфа; б – поперечний переріз по 1-1; 1 – земляна перемичка; 2 – водозлив; 3 – конус; 4 – заповнення камінням; 5 – призма з каменю; 6 – напрям руху води; 7 – кілки $d=8-10$ см; 8 – пісок, товщина шару 15 см; 9 – щебінь, $t=15$ см; 10 – камінь, $t=20$ см

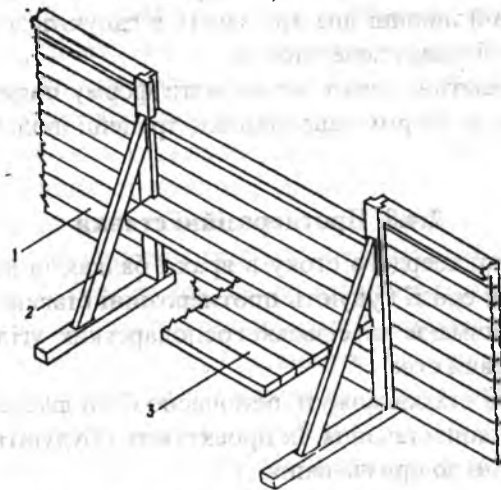


Рис. 32. Конструкція донної загати із збірною залізобетону: 1 – корпус; 2 – контрфорси; 3 – водобій

Там, де можливе осідання ґрунту, будують габіонні загати з кам'яної кладки без розчину в ящиках з арматурної сталі та загати з верби – одно- та дворядні. Для загат із верби і лози використовують свіжозрубану вербу з непошкодженою корою. Довжина кілків – 2 м, діаметр – 8-10 см, довжина хмизу – 2-3,5 м, діаметр біля окоренка – 1 см.

Однорядні загати з живоплоту роблять із прогином у напрямку, протилежному течії потоку. Розмір стрілки прогину становить $1/10$ - $1/20$ довжини загати. Водобійну частину укладають із щебеню чи каміння.

Між загатами висаджують саджанці прутоподібної верби, які розміщують у шаховому порядку на відстані 0,5-1 м один від одного. Насадження верби утворюють мулофільтр. Однорядні загати із живоплоту можна використовувати тимчасово, поки висаджені дерева та чагарники виростуть і питома витрата води не перевищуватиме $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$. Якщо на дно яру виходять підґрунтові води або вони залягають близько від поверхні, закладати фундамент під загати з кам'яної кладки на цементному розчині або з бутобетону дуже складно.

Для забезпечення пропуску водного потоку в межах водозливу і запобігання розмиванню схилів біля загати їх на кінцях роблять більш високими. Щоб запобігти фільтрації водного потоку в обхід загати, слід передбачити відповідне прилягання її до бічних поверхонь. При значній ширині дна яру загату з'єднують земляними перемичками з його бічними поверхнями.

Водозливна частина загати може мати форму прямокутника, трапеції або параболи. Форму параболи або трапеції іноді мають загати з верби.

2.4.8. Протиерозійні ставки

Для акумуляції твердого стоку в ярах і балках та на підвищеннях місцевого базису ерозії будують протиерозійні ставки. До них також належать мікролимани на сільськогосподарських угіддях, які регулюють поверхневий стік.

Протиерозійні ставки можуть одночасно бути джерелами води для зрошення або водопостачання. Їх проектують і будують, як і звичайні ставки, відповідно до призначення.

Чим більша висота греблі, тим більший об'єм мулу вона може затримати і тим вище підніметься дно яру. Якщо гребля має висоту, що

дорівнює глибині яру, то після замулювання яр, розташований вище греблі, зрівняється з навколишньою територією і цю площу можна використати для вирощування сільськогосподарських культур.

Гребля в поперечному перетині має форму трапеції з шириною по гребню 5 м і більше з коефіцієнтом верхнього укосу $m = 3$ і низового $m = 1,5$.

Ставок перед греблею, де відкладаються продукти змиву, називають *нанососховищем*. Чим більший об'єм воно має, тим більше стоку може затримати. Тому місце під греблю вибирають там, де є більша чаша для затримання стоку, тобто, де дно в місці розташування чаші ширше, а позовжній уклон яру менший. Місце під греблею має бути якомога вужчим, об'єм нанососховища – не меншим за суму максимального об'єму поверхневого стоку від однієї зливи 1 %-ної забезпеченості та об'єму наносів за 10 років, які надходять із площі водозбору. Через 10 років греблю треба підсипати ґрунтом на таку висоту, щоб забезпечити достатній об'єм нанососховища на наступні 10 років. Мул із нанососховища виймають за допомогою бульдозерів та скреперів.

Воду, затриману греблею, протягом 2-3 діб слід спустити, щоб нанососховище могло вмістити об'єм стоку від наступних дощів. Нанососховище по периметру слід відгородити від навколишньої території і поставити застережливі таблички.

Для відведення повеневих вод та звільнення від води нанососховища призначений шахтний водоскид із водовипуском. Шахта в поперечному перерізі має вигляд квадрата або прямокутника. Передня стінка її на всю висоту має отвір, який перекривається щитами або шандорами залежно від ступеня замулювання нанососховища. Трубопровід виготовляють із залізобетонних труб. Щоб уникнути фільтрації вздовж зовнішньої поверхні трубопроводу, на ньому передбачають стінки-діафрагми і обкладають його глиною.

При будівництві земляних гребель потрібно враховувати те, щоб у породах основи та берегів яру, де передбачається влаштування нанососховищ, не було легкорозчинних солей, тріщин і ґрунтів, які зазнають впливу суфозії. Під час будівництва особливу увагу звертають на контакт греблі з берегами та дном яру, домагаються, щоб вода у цих місцях не фільтрувалась і не виносила частинок породи. Не слід будувати земляні греблі у місцях, де нижче них розташовані населені пункти, інженерні споруди, підприємства тощо. У разі такої потреби вимоги до міцності споруди підвищуються.

2.4.9. Меліоративний вплив на яружні землі і круті схили з метою їх сільськогосподарського використання

У зв'язку з появою потужної техніки в останні роки розроблені нові способи освоєння еродованих земель. Це – засипання промоїн і мілких ярів, перетворення ярів у балки і терасування великих ярів і балок.

Засипання ярів. Для знищення промоїн глибиною до 25 см уздовж них проводять оранку усклад з наступним обробітком упоперек схилів. Глибші промоїни зарівнюють бульдозером.

Яри глибиною понад 2 м виположують (рис. 33). Для цього яр у довжину розбивають на ділянки, ведучи рахунок від гирла. На першій ділянці перпендикулярно бровці яру бульдозером зрізають землю і переміщують її в яр спочатку з одного боку, а потім з другого, доводячи насип до проектної відмітки.

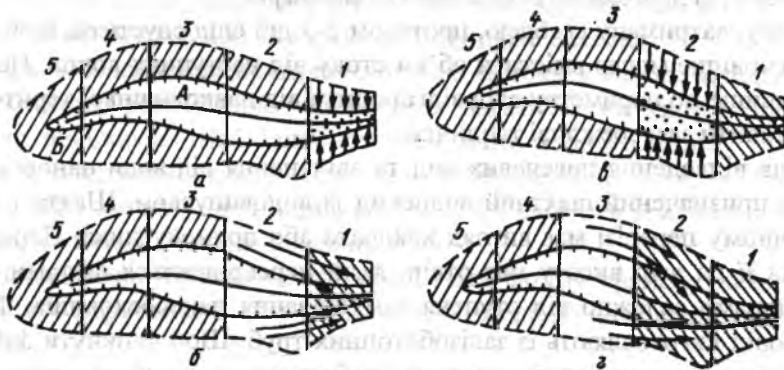


Рис. 33. Схема виположування схилів ярів із збереженням на поверхні родючого гумусового шару ґрунту: а – стадія виположування схилів і засипки яру на ділянці, яка прилягає до його гирла; б – переміщення гумусового шару з ділянки 2 на ділянку 1; в – виположування схилу на ділянці 2; г – переміщення гумусового шару на ділянку 2; А – яр; Б – смуга виположування схилу яру; 1,2,3,4,5 – номери ділянок, які підлягають послідовному обробітку. (Стрілками показаний напрямок руху бульдозера)

Після виположування першої ділянки починають обробіток другої: зрізають гумусовий шар і переміщують його на першу ділянку. Потім засипають яр на другій ділянці. Після засипання другої ділянки на її поверхню поміщають гумусовий шар третьої ділянки і т. д. На

решті ділянок проводять аналогічну роботу. Останню ділянку біля вершини яру покривають гумусовим шаром, узятим з-під основи відповідної канави-валу.

Водовідвід споруджують біля вершини яру для того, щоб не допустити стоку води по старому руслу. Виположувати можна яри довжиною до 300-400 м і глибиною 4-6 м. Не доцільно робити це на донних ярах з великими водозбірними площами і на ярах, що прорізують кам'янисті породи з малопотужними ґрунтами. У засипному ярі проводять роботи, пов'язані із залісненням схилів, залуженням та затриманням стоку.

Перетворення ярів на балки. Природним шляхом яри переходять у балки внаслідок виробітку профілю рівноваги і заростання схилів трав'янистою рослинністю. Цей процес тривалий. Тому для сільськогосподарського використання території прискорюють переведення ярів на балки виположуванням крутих схилів бульдозерами та згрібанням з них ґрунту в яр. Ґрунт, переміщений у яр, покривають шаром гумусованого ґрунту, що знаходиться ближче до верхів'я яру, і засівають його багаторічними травами. Високу ерозійну стійкість мають ділянки, засіяні травами, що утворюють потужну кореневу систему (кореневищні, щільнокущові злаки). За вимогливістю до зволоження ґрунту рослини поділяються на три групи: вологих, середньозволожених і посушливих місць росту. Рослини вологих місць росту, що мають високу ерозійну стійкість, – це багаторічні трави: пирій, жовтець повзучий, хамперій вузьколистий (іван-чай). Вони утворюють щільну дернину, стримуючи цим ерозію. Їх можна висівати по дну ярів.

Рослини середньої ерозійної стійкості (стрижнекореневі) здатні запобігати ерозії ґрунту на схилах на невеликій відстані від тальвегу яру.

Рослини, маловимогливі до вологості ґрунтів, застосовують для надання ерозійної стійкості прияружній території.

Для створення травостою, який добре захищає ґрунт від поверхневого стоку, висівають рослини всіх перелічених груп смугами в межах різних зон прияружного ерозійного фонду. Верхів'я залужених ярів та їх прибровкові частини закріплюють, висаджуючи дерева й чагарники.

Терасування схилів. Круті високі схили ярів освоюють під насадження за допомогою терасування, яке можна проводити наорюван-

ням або застосуванням спеціальних терасерів. Останні використовують на схилах крутизною понад 15°. Тераси, які утворюють на крутих схилах, бувають двох типів – траншейні й східчасті (рис. 34).

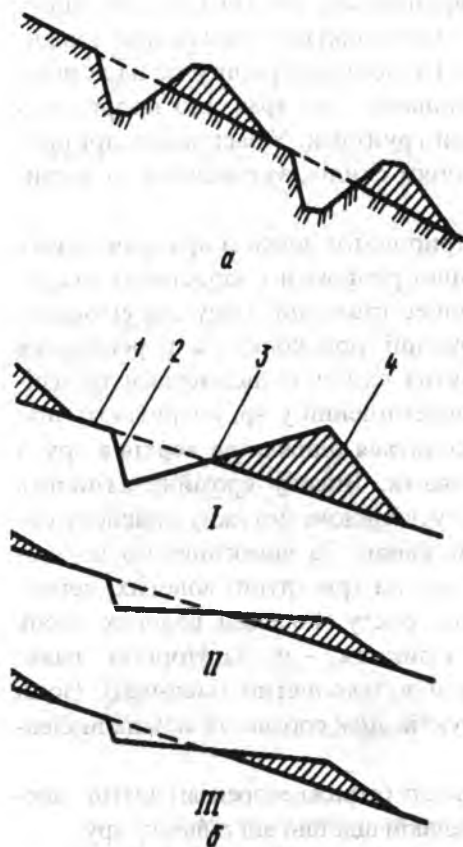


Рис. 34. Тераси: а – траншейні; б – східчасті; I – із зворотним нахилом; II – із горизонтальним уступом; III – із похилим уступом; 1 – берма; 2 – материнський відкіс; 3 – полотно; 4 – насипний відкіс

тих терас роблять трьох видів: горизонтальне, із зворотним нахилом і нахилом по схилу. Найпоширенішими є тераси з горизонтальним полотном. Вони зменшують швидкість стоку поверхневих вод і добре їх вбирають.

Траншейні тераси складаються з двох основних елементів – канав і земляних валів. Вали утворюють із ґрунту, викинутого з канав, і розміщують уздовж нижнього краю відкосу. Ці тераси тепер застосовують рідко, оскільки вони утруднюють механізацію сільськогосподарських робіт.

Східчасті тераси складаються з таких елементів: плоских східців, виїмкових і насипних відкосів та берм. Полотно тераси має ширину 2-4 м. Одна половина його врізається у схил, а друга утворюється за рахунок насипу із зрізаного шару ґрунту. Відстань між терасами визначається крутизною схилу. Для збільшення протиерозійного ефекту терас між ними роблять проміжок, внаслідок чого насипна частина верхньої тераси дещо не доходить до виїмки нижньої. Ця ділянка схилу між насипним відкосом верхньої тераси і відкосом, виритим у ґрунті нижньої тераси, називається *бермою*. Полотно східчастих

Тераси із зворотним нахилом полотна мають деяку ємкість, яка забезпечує затримання на схилах вод, які не встигли стекти. Ці тераси створюють на водопроникних ґрунтах при суворо горизонтальному вирівнюванні терас улоперек схилу.

Тераси з нахилом полотна по схилу більш прості для будівництва. Їх застосовують при підвищеній кількості атмосферних опадів та поганій водопроникності ґрунтів.

Східчасті тераси забезпечують повну механізацію робіт, пов'язаних із доглядом за посівами. Їх широко застосовують на схилах крутизною від 10 до 35°. Нарізають тераси по горизонтальних площинах. Для забезпечення горизонтальності терас схил розмічають за допомогою нівеліра. Східчасті тераси перетворюють покинуті землі на високоефективні. Їх створення не тільки запобігає ерозії схилів, а й забезпечує сталі високі врожаї цінних культур.

2.5. Агролісомеліорація

Захисні лісові насадження у вигляді полезахисних смуг у комплексі з іншими захисними насадженнями охоплюють значні території і є важливим фізико-географічним фактором, який постійно позитивно впливає на сільськогосподарські зони. Ці насадження є невід'ємним елементом системи заходів, спрямованих на підвищення інтенсивності землеробства – збільшення врожайності культур при одночасному зниженні собівартості продукції рослинництва. В умовах зростаючої освоєності земель, впровадження інтенсивних технологій без захисних насаджень неможливе правильне ведення сільського господарства. Полезахисні лісові смуги, знижуючи швидкість вітру, затримуючи і рівномірно розподіляючи сніг на полях, сприяють підвищенню вологості ґрунту та поліпшенню мікрокліматичних умов. Під їх впливом поліпшуються біохімічні, фізичні, агрохімічні властивості ґрунтів на міжсмугових ділянках. Лісові смуги сприяють розсоленню ґрунтів. На чорноземних південних і темно-каштанових ґрунтах воно охоплює 20% площі, захищеної щільними смугами. Лісові смуги запобігають забрудненню сільськогосподарських угідь важкими металами від вихлопних газів автомобільного транспорту. Доведена позитивна дія смуг на підвищення коефіцієнта ефективного використання сільськогосподарськими культурами мінеральних та органічних добрив.

Агрономічні ліси відіграють винятково важливу роль у кругообігу вологи. При наявності правильно розміщених полезахисних лісових смуг і протиерозійних насаджень сніг рівномірно розподіляється на території, навесні тане поступово, волога проникає у ґрунт і використовується рослинами. У системі лісових смуг ґрунт у полі промокає в 1,5-2 рази глибше, ніж на ділянках, не захищених смугами.

2.5.1. Полезахисне лісорозведення

Полезахисне лісорозведення – це найважливіша складова частина агролісомеліорації, що передбачає поліпшення ґрунтово-кліматичних умов для вирощування сільськогосподарських культур і захист ґрунтів від ерозії у степових та лісостепових районах за допомогою полезахисних лісових смуг.

Полезахисні лісові смуги зменшують швидкість вітру, затримують на полях сніг, сприяють підвищенню вологості ґрунту і повітря та поліпшенню гідрологічного режиму місцевості, зниженню випаровування вологи з ґрунту, захищають ґрунт і сходи сільськогосподарських культур від видування. В цілому вони поліпшують мікроклімат міжсмугових полів, послаблюють негативний вплив сухого степового клімату на врожай сільськогосподарських культур. Лісові смуги захищають ґрунт від вітрової ерозії, а на схилах – від водної.

За однакових географічних, метеорологічних та інших умов ефективність впливу полезахисних лісових смуг залежить від їх конструкції, тобто будови за поздовжнім профілем.

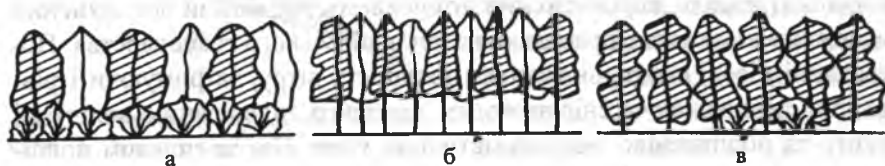


Рис. 35. Схеми полезахисних лісових смуг різної конструкції: а – щільна (непродувна); б – продувна; в – ажурна

Характеризується вона ажурністю, або процентним відношенням площі просвітів у поздовжньому профілі лісових смуг до загальної площі цього профілю. Ажурність визначають, коли дерева повністю вкриті листям. За ступенем ажурності та характером розміщення просвітів розрізняють три основні види конструкцій: щільну, ажурну та продувну (рис. 35).

Лісовими смугами щільної конструкції вважаються ті, які у поздовжньому профілі не мають наскрізних просвітів або у яких кількість просвітів при рівномірному розміщенні не перевищує 10% загальної площі профілю. Це, як правило, багаторядні лісові смуги складної будови з густокронних деревних порід і густого високорослого підліска, які мають суцільні чагарникові або порослеві узлісся, що зникаються з нижньою частиною крон дерев. Крізь такі смуги вітер майже не проникає, а на завітрянних узліссях спостерігається повний затишок.

Ажурну конструкцію мають лісові смуги, у яких у поздовжньому профілі рівномірно розміщені наскрізні просвіти загальною площею 15-45 % від усієї його площі. Це порівняно вузькі (не більше семи рядів) лісові смуги, що складаються з рідкокронних або рідко розміщених дерев із негустим підліском або без нього, але з низько опущеними кронами (до землі) у дерев крайніх рядів. Такі лісові смуги рівномірно продуваються вітром. Основна частина повітряного потоку проходить крізь них, не змінюючи напрямку, але зменшуючи швидкість. На завітрянному узліссі швидкість вітру різко знижується, але не до штилю.

Продувну конструкцію мають лісові смуги, у середній та верхній частині поздовжнього профілю яких немає наскрізних просвітів або кількість їх не перевищує 10 % від усієї площі цієї частини профілю, а в нижній приземній є суцільний просвіт, що створює ажурність понад 60 %. Це переважно вузькі смуги (до семи рядів) з густокронних порід без чагарників або з низьким чагарниковим підліском, який не досягає нижньої частини крон дерев. Повітряний потік, підходячи до смуги, розділяється на дві частини: верхня переходить через насадження, а нижня з підвищеною швидкістю проникає через просвіт під кронами дерев. При цьому в лісовій смугі та на її узліссі, у тому числі й на завітрянному, швидкість вітру буває навіть вищою, ніж у відкритому полі.

Найефективнішими вітрозахисними є лісові смуги продувної конструкції, найменш ефективні – смуги щільної конструкції; ажурні займають проміжне місце. Ефективність продувних і ажурних лісових смуг залежить від ступеня їх ажурності: 5-7-рядні продувні смуги найефективніші при середній ажурності 30-35, ажурні – 35-40, дворядні алеїні – 20-25 % (Смалько Я.А., 1963).

Крім основних конструкцій полезахисних лісових смуг, розрізняють ще й проміжні. Найефективнішою з них є ажурно-продувна, яка

у приземній частині має суцільний просвіт ажурністю понад 60 %, а в середній і верхній частинах рівномірно розміщені просвіти становлять 15-35 %. Найменшою ефективністю характеризуються смуги, які щільні у нижній та ажурні у верхній частинах.

Основним фактором впливу на дальність вітрозахисної дії є висота дерев: чим вища смуга, тим більша зона зниження швидкості вітру. Дальність впливу лісових смуг на зниження швидкості вітру виражають у їх висотах (Н).

Вітрова тінь, що утворюється біля лісових смуг, досягає висоти від 1 до 5 Н, по горизонту в навітряний бік – від 5 до 15 і в завітряний – від 30 до 60 Н. Коливання довжини вітрової тіні залежить від погодних умов, висоти, конструкції, ажурності, ширини та інших параметрів лісових смуг.

Ефективність лісових смуг визначається переважно горизонтальною протяжністю вітрової тіні. За оптимальних умов вона по обидва боки лісових смуг продувної конструкції становить 50-60 Н, ажурної – 45-50, щільної – 35-40, ажурно-продувної – 50-55 Н. Швидкість вітру в різних точках вітрової тіні різна: ближче до смуги вона найменша, а чим далі від неї – більша. Зоною ефективного впливу лісових смуг вважають простір, де швидкість вітру зменшується на 10-20 %, порівняно з відкритим місцем. Горизонтальна протяжність зони ефективного впливу лісових смуг у навітряний бік дорівнює 5-10, у завітряний – 20-25 Н.

Полезахисні лісові смуги, знижуючи швидкість вітру у приземному шарі, запобігають здуванню снігу з полів у балки, яри та інші понижені місця. На міжсмугових полях товщина снігового покриву завжди більша, ніж на відкритих. Завдяки цьому озимі посіви краще перезимовують, ґрунт промерзає на меншу глибину, навесні швидко тане і краще вбирає вологу.

На схилах крутизною 2-3° лісові смуги, що розміщені по горизонталях, перехоплюють, розпорошують і значною мірою вбирають поверхневий стік весняних і зливових вод. Так, за даними Г.Ф.Басова, завдяки залісненню водозборів поверхневий стік зменшується в 1,5-1,8 рази.

Під час хуртовини лісові смуги різних конструкцій по-різному впливають на розподіл снігу на полях. Краще розподіляється сніг на полях, захищених смугами продувної конструкції.

Повітряний потік, що несе і перемітає сніг у вигляді низових хуртовин, у нижній частині продувної смуги проходить з підвищеною швидкістю. Вийшовши на завітряне узлісся, він розширюється і поступово зменшує швидкість. Переносна здатність його відповідно зменшується, завдяки чому сніг випадає на землю порівняно рівномірним шаром.

Проходячи через смуги щільної конструкції, повітряний потік різко зменшує свою швидкість. Сніг, що знаходиться в ньому, випадає в насадженнях (смуга широка) або на його завітряному узліссі (смуга вузька) високим заметом з різко вираженим обривистим завітряним боком. Поза заметом він відкладається порівняно тонким шаром. За смугами дуже щільної конструкції утворюється зона видування, де товщина снігу менша, ніж у відкритому полі, а іноді тут його зовсім не буває.

Біля лісових смуг ажурної конструкції швидкість вітру поступово зменшується, а сніг із потоку повітря починає випадати на землю. Замет біля смуг ажурної конструкції має витягнуту форму із шлейфом, що йде в поле.

Отже, на полях, захищених лісовими смугами продувної конструкції, нагромаджується більше снігу, ніж на захищених смугами інших конструкцій та незахищених (рис. 36).

Зниження швидкості вітру та послаблення турбулентного обміну викликають зміну температури й вологості приземних шарів повітря на полях, захищених лісовими смугами. Ці зміни залежать від погодних умов.

При радіаційному типі погоди, коли вона створюється не завдяки притоку повітряних мас, а за рахунок ступеня інсоляції вдень і радіації вночі, на полях,

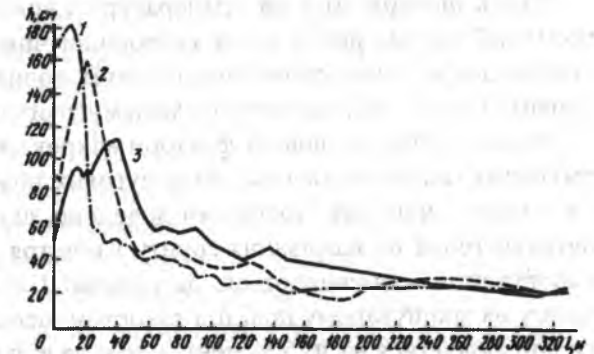


Рис. 36. Відкладення снігу біля лісових смуг різної конструкції: 1 – щільної; 2 – ажурної; 3 – продувної; h – висота снігового покриву; l – відстань від лісової смуги

захищених лісовими смугами, зменшується добова амплітуда температурних коливань повітря внаслідок зниження максимальних значень удень і мінімальних уночі. Завдяки цьому на міжсмугових полях підвищується абсолютна (до мілібара і більше) і відносна (до 6 % і вище) вологість повітря.

У ясну погоду при проходженні холодних мас повітря через полезахисні лісові смуги затримується подальше зниження температури. У зв'язку з цим на міжсмугових полях у цей час температура повітря буває вищою, ніж у відкритому полі, а вологість залишається майже без змін. Утеплювальний вплив лісових смуг має особливо важливе значення навесні для таких теплолюбних культур, як кукурудза, кавуни та ін. На міжсмугових полях вони раніше сходять, дозрівають і дають вищий урожай.

На підвищення вологості повітря та зниження його температури впливає і вологість ґрунту на міжсмугових полях внаслідок більшого нагромадження снігу. Волога, що випаровується з ґрунту, насичує повітря, а теплота, витрачена на випаровування, знижує його температуру. Збереженню більш високої вологості і зниженню температури приземного шару повітря на міжсмугових полях сприяє послаблений лісовими смугами вертикальний турбулентний обмін – змішування повітря з більш сухими масами.

Вплив лісових смуг на температуру і вологість повітря найбільш помітний під час різкої зміни метеорологічних факторів і характеризується зниженням добової амплітуди їх коливання, що зменшує континентальність мікроклімату на міжсмугових полях.

Лісові смуги, змінюючи фактори мікроклімату, впливають на формування теплового балансу міжсмугових полів як без зрошення, так і в умовах зрошення. Дослідами доведено, що на міжсмугових полях витрати тепла на нагрівання ґрунту і повітря збільшуються, а на випаровування – зменшуються. За даними Г.П.Ренкіс (1972), завдяки цьому на зрошуваному полі під захистом лісосмуг після поливу вологі випаровується на 16,5 % менше, ніж на відкритому полі.

Під захистом лісових смуг у степових і лісостепових районах завжди (в роки з різними погодними умовами) урожайність культур вища, ніж у відкритому полі. Зона ефективного впливу лісових смуг на врожайність культур, вирощуваних із завітряного боку, визначається відстанню, яка становить 25-30 Н. Для її визначення С.С.П'ятиницький запропонував фо-

рмулу $P=2,5 N^2$, де P – зона ефективного впливу смуг, м; N – висота смуги, м. Проте, ця формула дійсна, якщо $N=12-18$ м; коли $N<12$ м, вона дає занижені показники, а при $N>18$ м – завищені. У середньому по країні приріст урожаю зернових культур за рахунок меліоративного впливу лісових смуг становив 13,8 %, технічних – 24,4 і кормових – 26,3 % (Пастернак П.С. та ін., 1988).

Лісові смуги різних конструкцій неоднаково впливають на врожайність сільськогосподарських культур. Відомі випадки, коли в роки із прохолодним вегетаційним періодом щільні смуги краще утеплювали поля і були ефективнішими, особливо для теплолюбних культур – кукурудзи, кавуна та ін.

Поряд із згаданими вище корисними властивостями смуг, які пом'якшують гідротермічний режим та забезпечують додатковий збір урожаїв на полях під їх захистом, запобігають водній та вітровій ерозії ґрунтів та дозволяють отримувати деревину при рубках догляду за деревостоем, можливе використання й ряду інших їх корисних властивостей.

При проведенні рубок догляду і формуванні необхідної конструкції смуг протягом вегетаційного періоду доцільно використовувати деревну зелень на потреби тваринництва, оскільки у ній міститься 3-10 % сирого протеїну, 1-10 % сирого жиру, 4-10 % сирого золи, 11-20 мг/кг каротину, 2-3 г/кг вітаміну С та інші речовини. Загальна поживна цінність деревної зелені оцінюється за вмістом у ній кормових одиниць (к.од.). Поживність зелені в перерахунку на суху речовину становить 0,65-0,80 к.од., у тому числі берези – 0,8, осоки – 0,77, липи – 0,7, верби – 0,75, тополі – 0,63. Лучне сіно містить 0,4 к.од., а конюшинове – 0,6 (Ернст Л.К., Науменко З.М., Ладинська С.І., 1982). Біохімічний аналіз свідчить про наявність у зелені значної кількості поживних та біологічно активних речовин, які сприяють активізації обмінних процесів в організмі тварин, підвищенню їх продуктивності.

Розміщення полезахисних лісових смуг. В основу проектування та розміщення полезахисних смуг покладені ґрунтово-кліматичні умови та особливості організації території адміністративного району або окремих господарств. Проектування лісових смуг є важливою ланкою внутрішньогосподарського землевпорядкування, з яким пов'язані питання організації сільськогосподарського виробництва, розміщення сівозмін, прокладання доріг тощо. Проект розміщення полезахисних

лісових смуг є складовою частиною проекту внутрішньогосподарського землевпорядкування і розробляється разом з ним.

Від розміщення позахисних смуг залежить ефективність вітрозахисної дії насаджень під час суховіїв, пилових бур, хуртовин тощо. Ефективна вітрозахисна дія позахисних смуг спостерігається на відстані до 30 Н насаджень. Найбільша ефективність вітрозахисної дії позахисних смуг і її вплив на врожайність сільськогосподарських культур виявляються на вузьких, витягнутих упоперек шкідливих вітрів полях.

Лісові смуги, розміщені вздовж довгих сторін полів, називають *основними*, або *поздовжніми*, вздовж коротких – *допоміжними*, або *поперечними*.

Позазахисні смуги розміщують, як правило, у двох взаємно перпендикулярних напрямках; поздовжні – упоперек переважаючих у даному районі шкідливих вітрів, поперечні – упоперек поздовжніх смуг, які захищають поля від вітрів інших напрямків.

В умовах хвилястого рельєфу з поширеними процесами водної ерозії поздовжні смуги з метою водорегулювання розміщують упоперек схилів крутизою 2° і більше на суглинкових та крутизою 3-4° і більше – на супіщаних ґрунтах.

Поздовжні смуги створюють на межах полів сівозміни і всередині їх з урахуванням рельєфу місцевості і загальної організації території господарства. Допускається відхилення цих смуг до 30 % від перпендикулярного напрямку до найбільш шкідливих вітрів.

Відстань між поздовжніми смугами визначають з урахуванням зони їх двобічного впливу на врожайність сільськогосподарських культур і середніх висот дорослих насаджень за ґрунтово-кліматичними зонами України. Відстань між поперечними смугами повинна бути зручною для використання тракторів та сільськогосподарських машин і знарядь (табл. 59). При рекомендованих відстанях між смугами площа полів становить 70-120 га.

На ґрунтах середнього гранулометричного складу та на схилах крутизою понад 3° площу полів зменшують (мінімальна – 12-15 га).

За прийнятим розміщенням лісових смуг на місцевості та їх шириною обчислюють *нормативи позахисної лісистості* (табл.60). З погіршенням ґрунтово-кліматичних умов у межах однієї природної зони, збільшенням крутизни схилів ці нормативи збільшують.

Таблиця 59 – Рекомендована відстань між позахисними смугами для різних ґрунтово-кліматичних зон, м

Природна зона	Рівні місця і схили до 2-3°		Схили крутизою, градусів			
			від 3 до 8			
			від 8 до 12			
		Відстань між смугами		Відстань між смугами		
		поздовжніми	поперечними	поздовжніми	поперечними	поздовжніми
<i>Суглинкові ґрунти</i>						
Лісостеп	550-650	1500-2000	450	1500-2000	300-400	
Степ, чорноземі звичайні	450-500	1500-2000	350	1500-2000	250-300	
Степ, чорноземі південні	400-450	1500-2000	300	1500-2000	200-250	
Степ, темно-каштанові ґрунти	300-400	1500	250	1500	-	
Степ, каштаново-солонцюваті ґрунти	250-300	1300	200	1300	-	
<i>Супіщані ґрунти</i>						
Лісостеп	350-400	1000	-	-	-	
Степ	250-300	600-700	-	-	-	
<i>Піщані ґрунти</i>						
Лісостеп	300	500	-	-	-	
Степ	200	400	-	-	-	
<i>Піщані і супіщані ґрунти</i>						
Поліся	400	700-900	300	700-900	200-300	

Таблиця 60 – Нормативи полезахисної лісності, % площі ріллі

Природна зона	Рівні місця і схили крутизоною до 2-3°	Схили крутизоною, градусів	
		від 3 до 8	від 8 до 12
<i>Суглинкові ґрунти</i>			
Лісостеп	2,5	3,0	4,0
Степ, чорноземи звичайні	3,0	4,0	5,0
Степ, чорноземи південні	4,0	5,5	7,0
Степ, темно-каштанові ґрунти	5,0	6,5	-
Степ, каштаново-солонцюваті ґрунти	6,0	8,0	-
<i>Супіщані ґрунти</i>			
Лісостеп	4,0	-	-
Степ	7,0	-	-
<i>Піщані ґрунти</i>			
Лісостеп	6,0	-	-
Степ	10,0	-	-
<i>Піщані і супіщані ґрунти</i>			
Полісся	4,0	5,0	6,0

Добір деревних і чагарникових порід. Полезахисні лісові смуги мають бути високорослими, довговічними та стійкими. Цього досягають певним добором деревних і чагарникових порід за схемами їх змішування відповідно до біологічних властивостей дерев і ґрунтово-кліматичних умов.

Зона захисної дії смуги залежить від її висоти, тому деревні породи, з яких формують перший ярус, у певних природних умовах повинні бути високими.

Основою лісової смуги є *головна деревна порода*, яка в даних лісорослинних умовах досягає найбільшої висоти, має добрі лісомеліоративні властивості і забезпечує вирощування та формування лісової смуги з високою захисною дією.

Супутні, або допоміжні, деревні породи сприяють кращому росту головних порід, поліпшують захисні властивості лісосмуг і підвищують стійкість насаджень.

Чагарники в лісосмугах мають велике ґрунтозахисне значення в місцевостях із хвилястим рельєфом і підвищують стійкість насаджень у посушливих районах південного Степу з мінливим сніговим покривом. На великій території України від Полісся до каштаново-солонцюватих ґрунтів Присивашся умови для полезахисного лісорозведення неоднакові. У відповідних природних районах при доборі

деревних та чагарникових порід слід урахувувати їх екологічні та лісомеліоративні властивості.

Полезахисні смуги створюють за певними схемами змішування з урахуванням лісорослинних умов, місця садіння та біологічних властивостей деревних порід.

За складом лісові смуги бувають простими, що складаються з однієї деревної породи, і змішаними – з кількох або з деревних і чагарникових порід. *Прості* за складом смуги доцільні для створення вузьких вітроломних ліній із швидкорослих порід і густою кроною (тополі) або насаджень у специфічних лісорослинних умовах (бідні піщані ґрунти, заболочені місця вздовж зрошувальних каналів тощо), асортимент дерев для яких обмежений. Полезахисні лісові смуги створюють здебільшого *змішаними*, які характеризуються кращим ростом і вищою біологічною стійкістю, порівняно з простими за складом насадженнями. При складанні схем змішування лісових смуг слід пам'ятати, що головна порода у змішаних насадженнях займає не менше 50-60% посадочних місць. Головні й допоміжні породи планують, як правило, чистими рядами; чагарники чергують через одне посадочне місце з допоміжною чи з ажурнокронною породою. З погіршенням лісорослинних умов від Лісостепу до південного Степу кількість деревних порід у складі лісових смуг зменшують, обмежуючись головною та допоміжною породами з найбільш невибагливих дерев. При створенні лісових смуг з участю однієї з головних порід з ажурною кроною (береза, горіх чорний, модрина, акація біла, гледичія) до них треба додавати (відповідно до лісорослинних умов) певні щільнокронні допоміжні породи.

При розміщенні полезахисних смуг на суглинкових та глинистих схилах крутизоною понад 2° і на супіщаних крутизоною 3-4° до складу насаджень слід вводити чагарникові породи.

Відповідно до інструкції щодо створення захисних лісових насаджень на полях загальна ширина лісових смуг із закрайками має бути не більше 15 м (табл. 61).

Підготовка ґрунту. В умовах недостатнього зволоження Лісостепу і, особливо, Степу обробіток ґрунту спрямований на нагромадження і збереження ґрунтової вологи, яка є вирішальним фактором для лісових насаджень, сприяє кращій приживлюваності та росту дерев у перші роки.

Таблиця 61 – Ширина лісових смуг залежно від кількості рядів і ширини міжрядь, м

Ширина міжрядь, м	Кількість рядів			
	2	3	4	5
1,5	3,0	4,5	6,0	7,5
2,0	4,0	6,0	8,0	10,0
2,5	5,0	7,5	10,0	12,5
3,0	6,0	9,0	12,0	15,0
3,5	7,0	10,5	14,0	
4,0	8,0	12,0	16,0	

Грунт готують за певною системою з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов, стану площі, відведеної для садіння лісових смуг. У таблиці 62 наведено системи обробітку ґрунту для найбільш поширених у країні типів ґрунтів.

Підготовка насіння та садивного матеріалу. Полезахисні лісові смуги створюють сіянцями, насінням та вкоріненими живцями. Найпоширеніший спосіб створення лісових смуг – висаджування одно- та дворічних сіянців, вирощених у спеціальних розсадниках. Дуб краще вирощувати із жолудів, висіваючи їх на постійне місце.

Для забезпечення високої приживлюваності та доброго росту молодих насаджень використовують доброякісний садивний матеріал і насіння. Сіянці мають відповідати вимогам першого та другого сорту за стандартом, якість насіння – вище 80-85 %.

Сіянці та насіння повинні відповідати схемам садіння, запроєктованим для даного господарства, і мають бути забезпечені сертифікатами із зазначенням кількості і якості по породах.

Перевозять садивний матеріал із розсадників до місць садіння автомобілями, на дно кузова яких настиляють шар вологої соломи чи моху 5-8 см завтовшки; зверху похило рядами ставлять сіянці або саджанці. Коріння кожного ряду добре укутують таким же вологим матеріалом. Зверху садивний матеріал прикривають брезентом або рогожею. При перевезенні на великі відстані сіянці з добре зволуженим корінням упаковують у спеціальні тюки. Привезений садивний матеріал негайно розпаковують і тимчасово прикопують у смугі в декількох місцях (до його висаджування) або залишають на тривале зберігання (на зиму), прикопавши в канаву з однією похилою стінкою (під кутом до 45°) і другою прямовисною. Глибина канави – 30-40 см, довжина – довільна. Похилу стінку роблять з боку переважаючих вітрів.

Таблиця 62 – Система механічного обробітку ґрунту під полезахисні смуги

Ґрунти	Заходи	Примітка
Чорноземи типові, темно-сірі і сірі лісові	Лушення стерні одночасно або услід за збиранням врожаю сільськогосподарських культур, оранка на глибину 28-30 см, весняне боронування перед садінням або сівбою	Площа не засмічена бур'янами
	Лушення стерні, оранка, весняне боронування і весняно-літня культивування пару, осіннє безполіцеве розпушування, весняне боронування перед садінням (сівбою)	Площа засмічена кореневищними та коренепаростковими бур'янами
Чорноземи звичайні	Лушення стерні, оранка на глибину 28-30 см з поглибленням до 35-40 см орного шару, весняне боронування та весняно-літня культивування пару, осіннє безполіцеве розпушування, весняне боронування перед садінням (сівбою)	
Чорноземи південні та неглибокі звичайні на сході країни	Зяблева оранка – глибокий перевал (напівплантаж) на 40-50 см, а решта заходів – за системою обробітку для чорноземів звичайних	Осіннє садіння допускається при вологому ґрунті
Темно-каштанові	Зяблева оранка – глибокий перевал (плантаж) на 60 см з утриманням ґрунту під чорним паром	
Каштаново-солонцюваті	Зяблева оранка – глибокий перевал (плантаж) на 60 см з наступним утриманням ґрунту під чорним паром	При вивертанні на поверхню шару ґрунту з легкорозчинними солями застосовують дворічний пар
Піщані Степу і Лісостепу	Глибоке безполіцеве розпушування на глибину 60-70 см смугами шириною 0,9-1,0 м, між обробленими смугами з протирозійною метою залишають необроблені смуги з природною рослинністю, які при догляді за культурами сосни поступово звужують	При весняному садінні лісосмуг основний обробіток ґрунту проводять восени, при осінньому – за рік до нього

Укладають сіянці тонким шаром на похилу стінку канави і засипають вологою землею так, щоб на поверхні залишилась третина довжини сіянців. Насипану землю розрівнюють і ущільнюють уздовж ряду шаром 10-15 см. На ущільнену поверхню укладають другий ряд сіянців, який засипають землею і ущільнюють її. Прикопані сіянці утеплюють очеретом, рогожею і обкопують канавками.

Перед садінням сіянци відкопують, ретельно оглядають і сортують, відбракуючи пошкоджені та підмерзлі. У відсортованих сіянци секатором або сокирою надрізають коріння, залишаючи 22-25 см його довжини.

Строк і техніка садіння (сівби). Садіння та сівбу лісових смуг проводять навесні і восени, краще – рано навесні. Восени висаджують сіянци при достатній вологості ґрунту після закінчення вегетації дерев, у лісостепових районах України – приблизно з другої половини жовтня, у степових – на 2-3 тижні пізніше.

Жолуді або горіхи сіють навесні, одночасно із садінням сіянци інших деревних та чагарникових порід. Можна сіяти восени у зволожений ґрунт, пам'ятаючи про те, що висіяне восени насіння можуть пошкоджувати гризуни та інші тварини.

Залежно від прийнятої схеми змішування порід та їх розміщення на площі, заздалегідь визначають необхідну кількість посадочних (посівних) місць на 1 га (табл. 63).

Таблиця 63 – Кількість посадочних (посівних) місць на 1 га залежно від їх розміщення в ряду, тис. шт.

Відстань у ряду, м	Ширина міжрядь, м					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	13,3	10,0	8,0	6,7	5,7	5,0
0,7	9,5	7,1	5,7	4,8	4,1	3,6
1,0	6,7	5,0	4,0	3,3	2,9	2,5
1,2	5,6	4,2	3,3	2,8	2,4	2,1
1,5	4,4	3,3	2,7	2,2	1,9	1,7
2,0	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,3
2,5	2,7	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0
3,0	2,2	1,7	1,3	1,1	1,0	0,8
4,0	1,7	1,3	1,0	0,8	0,7	0,6

Садіння (сівбу) лісових смуг проводять переважно лісосадильними машинами та сівалками ССН-1, СЛНУ-1 і СЖУ-1, в окремих випадках (доповнення, невеликий обсяг робіт) – вручну під меч Колесо-ва або лопату. Під час сівби жолудів та горіхів одночасно в рядки висівають насіння ранніх колосових культур. Вони раніше сходять, що дає змогу до з'явлення сходів дуба і горіха обробляти міжряддя.

Під час садіння лісосмуг дотримуються наступних вимог:

– коріння сіянци добре ущільнюють ґрунтом так, щоб воно не ви-смикувалось при легкому потягуванні за стовбур;

– коріння сіянци закопують у ґрунт на всю глибину і не загинають;

– кореневі шийки сіянци при весняному садінні закопують нижче поверхні ґрунту на 2-3 см та на 3-5 см – при осінньому;

– посадочні (посівні) місця розміщують рівномірно;

– у кожне посівне місце висівають певну кількість жолудів або горіхів, передбачену схемою;

– глибина загортання горіхів – 10-12 см, жолудів при весняній сівбі – 6-8 см, осінній – 8-10.

Технологічні карти створення полезахисних смуг. Спеціалісти господарств і лісомеліоративних станцій мають бути обізнані не тільки з окремими операціями, з яких складається весь процес створення і вирощування полезахисних лісових смуг різного складу і будови, а й знати, які машини та знаряддя застосовують для цього, скільки коштів витрачається на різні види робіт, а також те, якими є загальні витрати на вирощування 1 га лісової смуги. Ці дані можна знайти в розрахунково-технологічних картах, які розробляють під час проектування лісових смуг експедиції "Укрземпроект".

Марки машин і знарядь та норми виробітку з часом змінюються, тому технологічні карти періодично також удосконалюють. Розрахунково-технологічні карти розробляють для всіх схем змішування деревних і чагарникових порід у різних ґрунтово-кліматичних умовах. Основні операції, зазначені в картах (підготовка ґрунту – луцення, зяблева оранка, боронування, культивация; підготовка садивного матеріалу; садіння саджанців та висівання насіння; догляд за ґрунтом у створених смугах – боронування, культивация, осіннє глибоке розпушення міжрядь), мають загальний характер. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов, окремі види робіт змінюються, наприклад, глибина оранки ґрунту. Змінюються також норми виробітку (на важких за гранулометричним складом ґрунтах півдня і сходу країни вони менші, ніж у північних районах Лісостепу). Кількість і кратність доглядів за ґрунтом є орієнтовними, їх уточнюють залежно від забур'яненості ґрунту та погодних умов.

Система догляду за ґрунтом. З часу закладання полезахисних смуг до змикання крон дерев ґрунт слід підтримувати у чистому від бур'янів та розпушеному стані. Для цього застосовують систему догляду за ґрунтом, яка складається із суцільного боронування, культи-

вації міжрядь і розпушувань у рядах, застосування гербіцидів для знищення бур'янів у рядах дерев, осіннього глибокого розпушування ґрунту в міжряддях.

Догляд за ґрунтом розпочинають безпосередньо після садіння (сі-вби) лісових смуг. Перший раз розпушують його бородами з високи-ми зубами. Залежно від ґрунтового-кліматичних умов, рекомендується така середня кількість суцільних доглядів у лісосмугах (табл. 64).

Таблиця 64 – Кількість доглядів у лісосмугах

Рік проведення доглядів	Чорноземи типові та звичайні		Чорноземи південні, темно-каштанові ґрунти	
	забур'янені	не забур'янені	забур'янені	не забур'янені
1-й	5-4	4	6	5
2-й	4-3	3	5	4
3-й	3	3-2	4-3	3-2
4-й	2	2-1	3-2	2
5-й	1	1	2	2-1
6-й	1	-	1	1
7-й	-	-	1	1
8-й	-	-	1	1
Всього	16-14	13-11	21 і більше	17 і більше

Кількість доглядів за ґрунтом залежить також від схем змішування деревних і чагарникових порід. В однакових лісорослинних умовах крони дерев у швидкорослих тополевій та березовій смугах змикаються швидше, ніж у дубовій, у зв'язку з повільним ростом головної породи. Тому в останньому випадку їх буває більше. Конкретні строки і кількість доглядів встановлюють залежно від стану ґрунту, інтенсивності росту та кількості бур'янів.

У засмічених бур'янами лісових смугах міжрядний обробіток проводять незалежно від їх віку. Це стосується південного Степу, де, як показав досвід, догляд за ґрунтом можна проводити і після змикання насаджень. Полягає він в осінньому розпушуванні ґрунту в міжряддях та весняній одноразовій культивуванні.

У сприятливих умовах Лісостепу та північного Степу міжряддя полезахисних смуг можна відводити під просапні культури – картоплю, баштанні, кукурудзу.

Механізований догляд за ґрунтом у рядах здійснюють у разі потреби аж до змикання крон дерев. Для знищення бур'янів у рядах можна застосовувати гербіциди.

Для проведення хімічної боротьби з бур'янами в рядах застосовують спеціальні машини і знаряддя для обробки наземних частин рослин двох сусідніх рядів. У перший рік ґрунт обробляють гербіцидами відразу після садіння (навесні або восени), на другий рік – восени. Склад і дози гербіцидів визначають з урахуванням ґрунтових умов, породного складу насаджень та виду бур'янів, відповідно до наукових рекомендацій.

У системі догляду за ґрунтом важливу роль відіграє його осіннє розпушування в міжряддях на глибину 18-25 см. Його проводять протягом 3-5 років (після садіння лісосмуг до змикання крон). При цьому ширину обробітку ґрунту в міру розростання крон дерев поступово зужують, а глибину зменшують.

Під час догляду за ґрунтом у полезахисних смугах потрібно дотримуватись таких вимог: щоб запобігти механічним пошкодженням саджанців деревних порід під час обробітку ґрунту, між рядами і знаряддям залишають захисну зону шириною до 20 см; протягом вегетаційного періоду глибину культивуванні у міжряддях змінюють у Лісостепу від 8 см (перша культивування) до 14 см (остання культивування), у Степу – відповідно від 14-16 см до 8 см; одночасно з міжряддями обробляють і закраїни лісосмуг; догляд за ґрунтом у рядах проводять одночасно з культивуванням і закінчують після змикання крон у рядах; при культивуваннях і осінніх обробітках міжрядь змінюють напрямку руху тракторів із знаряддями, щоб запобігти утворенню небажаного мікрорельєфу в лісосмугах (борозен у міжряддях і валків у рядах дерев).

Особливості вирощування смуг різного складу. Рекомендовані для полезахисних лісових смуг головні деревні породи характеризуються різними біологічними, морфологічними та екологічними властивостями. Їх слід враховувати, оскільки від цього залежить успіх вирощування та формування насаджень (табл. 65).

З дуба, модрина, берези, акації, гледичії, горіха чорного більш високорослими, стійкішими та ефективнішими є полезахисні лісові смуги змішаних насаджень, а з тополі, сосни, маслики – чистих за складом. При вирощуванні ефективних полезахисних смуг з рекомендованих головних деревних порід треба враховувати деякі особливості агротехніки їх вирощування. Так, дуб звичайний краще росте у змішаних насадженнях, біологічна стійкість його тут вища, ніж у

Таблиця 65 – Зміна складу лісових смуг, їх будови залежно від головної породи та ґрунтового-кліматичних умов

Тип змішування	Склад смуги	Розподіл посадочних місць	Кількість рядів, шт.	Загальна ширина смуги, м	ґрундово-кліматична зона	Місце введення
1	2	3	4	5	6	7
Сосново-березовий	Змішаний	2,3-2,5×1-1,5	5	12,2-13	Поліся, піщані дерново-підзолисті ґрунти	Поздовжні й поперечні смуги
Сосново-дубовий	/-	2,3-2,5×1	5	12,2-13	Поліся, глинисто-піщані та суцільні дерново-підзолисті ґрунти	Те ж
Модриново-дубовий	/-	2,3-2,5×1	5	12,2-13	Те ж	"
Березово-ялиновий	/-	2,3-2,5×1-1,5	5	12,2-13	Поліся, суцільні дерново-підзолисті ґрунти	"
Дубовий	/-	1,5-2,5×1	5	9-13	Лісостеп, чорноземи типові і звичайні	Поздовжні й поперечні смуги. Вузькі міжряддя утворюються після введення доповної породи
Дубовий	/-	2,5-3×0,7-1	5	13-15	Степ, чорноземи звичайні і південні, темнокаштанові ґрунти	Поздовжні й поперечні смуги
Березовий	/-	2,5×1-1,5	5	13	Лісостеп, чорноземи типові і звичайні	Те ж
Тополевий	Чистий	2,5-3×1-1,5	2-3	5,5-9,5	Те ж	Вітролами й алеї вздовж постійних внутрішньогосподарських доріг

Продовження табл. 65

1	2	3	4	5	6	7
Горіховий (чорний)	Змішаний	2,5×1,5	5	13	Лісостеп, чорноземи типові; Степ, чорноземи звичайні	Поздовжні й поперечні смуги
Горіховий (волосяклий)	Чистий	3,4×4	2-3	8-12	Правобережна частина Лісостепу і Степу, чорноземи типові і звичайні, карбонатні чорноземи Криму	Поперечні та садовахисні смуги
Білокацієвий	Змішаний	3×1-1,5	5	15	Чорноземи південні, темно-каштанові ґрунти	Поздовжні смуги
Білокацієвий	/-	3×1-1,5	4	12	Те ж	Поперечні смуги
Гледичієвий	/-	3×1-1,5	5	15	ґрунти каштаново-солонцюватого комплексу	Поздовжні смуги
Маслинковий	Чистий	3×1	3	9	Те ж	Поперечні смуги
Білокацієво-сосновий	Змішаний	3×1-1,5	5	15	Піски на похованих ґрунтах, суцільні солонцюваті ґрунти	Поздовжні й поперечні смуги
Сосновий	Чистий	3×0,7-1	5	15	Піщані й суцільні ґрунти	Те ж

чистих. Жолуді в лісосмути висівають рядково-ямковим способом по 2-3 в ямку або стрічковим – по 4-5 шт. на 1 м рядка. Така помірна густота висіву забезпечує біологічну стійкість майбутніх насаджень, звільняє господарство від зайвих рубок догляду, які проводять при густій сівбі жолудів. Коли дуб у смузі висаджують сіянцями, їх розміщують у рядку на відстані 0,7-1 м один від одного.

Для *тополі* оптимальними є умови у вузьких чистих за складом вітроломах та алеях з відносно вільним розподілом посадочних місць. Швидкий ріст тополі, її висока конкурентна здатність призводять до пригнічення та загибелі інших деревних порід. В одній смузі не рекомендується висаджувати два види тополі. Швидке утворення стовбура у неї та очищення від нижніх гілок дає змогу формувати продувну конструкцію смуги за 5-6 років. Щоб уникнути негативного впливу сильно розвиненої поверхневої кореневої системи на прилеглі поля, тополеві смуги розміщують уздовж постійних доріг.

Недоліком *берези повислої* з огляду на лісомеліоративне значення її є ажурна крона, яка не забезпечує надійного притінення ґрунту та формування щільного пологу в середній і верхній частинах поздовжнього вертикального профілю смуги. У зв'язку з цим до березових смуг вводять одну із щільнокронових деревних порід (клен гостролистий або польовий, липу, явір, грушу дику).

Модрина, горіх чорний, акація біла, гледичія ростуть у різних ґрунтово-кліматичних умовах, але об'єднуються в одну групу, тому що мають ажурну крону. У полезахисні смуги з участю цих порід слід вводити й інші деревні породи із щільною короною.

Акація та гледичія мають добре розвинену поверхневу кореневу систему, яка негативно впливає на сільськогосподарські культури у присмуговій зоні, тому їх висаджують у внутрішні ряди лісосмуг.

Горіх волоський вводять у садо- і полезахисні смуги напівсадовим способом, тобто з рідким розміщенням. Для прискореного змикання крон горіх висаджують у рядках із проміжною плодовою породою, на півдні України – однією з кісточкових (персик, мигдаль), у Лісостепу – із зерняткових (груша, яблуна). Для формування штамба горіха і надання йому продувної конструкції у перші роки після садіння на саджанцях зрізують бокові бруньки.

2.5.1.1. Рубки догляду в полезахисних лісових смугах

Після того, як у молодих лісових смугах крони дерев і чагарників розростуться, гілки зімкнуться в рядках і міжряддях, догляд за ґрунтом у них (прополювання, розпушування) припиняють. Ці насадження затіняють ґрунт густим пологом, під яким пригнічується ріст бур'янів, захищають ґрунт від перегрівання, надмірного висушування, розтріскування та ущільнення. Щоб лісосмути якнайшвидше вирости і мали максимальні захисні властивості, потрібне активне втручання у розвиток насаджень спеціалістів-лісівників або агролісомеліораторів.

Через 4-5 років не тільки чагарники, а й численні деревні породи набувають куцоподібної форми крон. Такі лісові смуги, у яких суцільні пасма чагарників переплітаються з густогілковими приземкуватими деревами, у сніжні зими заносяться високими кучугурами, а то й повністю покриваються снігом. Навесні, під час танення снігу, кучугури осідають і своєю масою ламають чагарники та гілки і навіть стовбури дерев. Особливо негативними є наслідки пошкодження пагонів-лідерів, які забезпечують ріст дерев у висоту. Поламані гілки поступово засихають, на них розмножуються шкідники, дерева починають хворіти, ріст насаджень уповільнюється.

Після зімкнення крон допоміжні породи (клен гостролистий і польовий, липа тощо), введені у смугу для створення другого ярусу, у молодому віці часто переганяють у рості головні, затіняють їх кронами настільки, що вони починають відставати в рості і навіть гинуть. На полях господарств України є значна кількість смуг старшого віку, до складу яких входять клен ясенелистий, ясен пухнастий та інші малолітні породи. Дубів у них майже немає, хоч їх і висаджували. Пояснюється це тим, що він майже повністю загинув під пологом крон допоміжних порід.

Якщо насадження серйозно не пошкоджуються снігопадом, а дерева не пригнічуються, то і в цих умовах догляд за ними необхідний. Відомо, що на 1 га лісових смуг, залежно від розміщення дерев або техніки сівби, сходять від 5 до 10 тис. і більше рослин. У молодому віці живлення для них вистачає, і вони ростуть нормально. Коли деревця підрастають, на цій площі вже не вистачає поживних речовин, вологи і сонячного світла. Ріст насаджень сповільнюється, а то й зовсім припиняється, дерева починають чахнути.

Полезахисні лісові смуги, за якими не доглядають, мають непродувну конструкцію і характеризуються найгіршими полезахисними властивостями. Якщо за лісосмугами проводиться правильний догляд, вони набувають продувної та ажурної конструкції. Завдяки рубкам догляду прискорюється вирощування здорових, біологічно стійких насаджень з високими захисними властивостями. Вони сприяють значному поліпшенню стану і росту насаджень, позитивно впливають на мікроклімат та врожайність сільськогосподарських культур.

На чорноземах звичайних до початку весняних польових робіт на полях, що захищені смугами продувної конструкції, вологість ґрунту на 2-3 % вища, ніж на полях, захищених смугами непродувної конструкції. Чим вища вологість, тим повільніше прогрівається ґрунт. Так, улітку на 10-сантиметровій глибині о 13 год температура такого ґрунту буває на 2,5-3°C нижчою від температури ґрунту біля смуг, у яких рубка не проводиться. Це, у свою чергу, впливає на температуру і вологість приземних шарів повітря міжсмугових полів (Пастернак П.С. та ін., 1988).

Рубки догляду не лише поліпшують властивості лісових смуг, а й помітно впливають на стан насаджень. Після видалення з них чагарникового підліска і частини дерев (а в тих, що залишились, – нижніх гілок) зменшується кількість рослин на одиницю площі.

У продуктивних смугах краще розростається крона головних і допоміжних порід, збільшується кількість листків. Незважаючи на те, що кожне дерево більше витрачає вологи, насадження в цілому використовують її менше, оскільки кількість дерев на одиницю площі значно зменшується. Завдяки кращому забезпеченню поживними речовинами, вологою і світлом дерева у зріджених смугах збільшують приріст діаметра стовбура в 1,5-2 рази, а висоту – на 20 % і більше. Однак, при неправильному і надмірному зрідженні смуг освітленість ґрунту під пологом насаджень різко збільшується, що призводить до розростання великої кількості трав. У результаті утворюється щільна дернина, ґрунт висушується, від чого приріст дерев зменшується і вони починають усихати. Пам'ятаючи про це, лісівницькі догляди за лісосмугами не слід перетворювати на рубки для одержання деревини.

На основі наукових досліджень і вивчення кращого досвіду співробітники Інституту лісового господарства і агролісомеліорації ім. Г.М.Висоцького розробили систему рубок догляду в полезахисних

лісових смугах, спрямовану на вирощування стійких насаджень з високими захисними властивостями. Ця система пристосована до трьох основних періодів розвитку лісових смуг: повного зімкнення насаджень, інтенсивного росту їх, послаблення фізіологічних процесів і зниження приросту. Тривалість періодів залежить від біологічних особливостей деревних порід та умов росту (табл. 66).

Таблиця 66 – Орієнтовна тривалість періодів життя лісосмуг, років

Головна порода	Періоди розвитку					
	I		II		III	
	початок	кінець	початок	кінець	початок	кінець
Дуб	-	8-15	9-16	20-50	21-51	>51
Біла акація, клени, береза, ясени, гледичія	-	7-10	8-11	15-40	16-41	>41
Тополя	-	3-5	4-6	11-25	12-26	>26

На кожний період рубок догляду передбачається проведення одного або кількох заходів: садіння чагарників на пені, проріджування деревостою, вирубування частини допоміжних порід, що пригнічують головні породи, обрізування нижніх гілок на стовбурах, видалення хворих, сухих і пошкоджених дерев та непотрібних паростків.

У першому періоді основною метою рубки догляду є поліпшення умов росту головних порід, запобігання пригніченню їх допоміжними породами і чагарниками. Цього досягають освітленням насаджень (садінням чагарників на пені, підрізуванням гілок на допоміжних породах, які затіняють головні).

Перший раз чагарники вирубують восени на третьому році життя. Одночасно старанно доглядають за ґрунтом у міжряддях і рядах. Наступні рубки чагарників проводять через кожні 2-3 роки. Низькорослі й ті, що стеляться, вирубують рідше. Після рубки молоді пагони чагарників, що відростають з коріння, краще розгалужуються й утворюють низький суцільний полог. Цим збільшується ажурність смуги, забезпечується рівномірний розподіл снігу на прилеглих полях. У насадженнях віком від 3 до 15 років зникають крони у рядах і міжряддях. Швидкорослі допоміжні породи в цей час можуть випереджати в рості дуб, затіняти його, пригнічувати. Тому важливо не запізнюватися з першим освітленням смуг, під час якого вирубують гілки й дерева допоміжних порід, які затіняють дуб і пригнічують його ріст. Одночасно вирубують сухі та дуже пошкоджені дерева усіх порід, на

вилоподібних стовбурах – двійчатку і трійчатку. При рядково-ямковій сівбі дуба у кожній ямці залишають по одному краю деревцю, а решту видаляють.

У смугах, де головними породами є береза, модрина, біла акація, тополя і горіх, пригнічення одних дерев іншими, як правило, не спостерігається, тому освітлення тут не потрібне. У них для омолодження періодично вирубують чагарники.

Одночасно з рубками догляду в молодих смугах розпушують ґрунт у рядах і міжряддях.

У *другому періоді* розвитку лісосмуг основним завданням є вирощування стійких, високорослих і найефективніших позахисних насаджень продувної конструкції. У цьому періоді спостерігається найінтенсивніший ріст дерев. Дерев, які швидко розростаються, починають пригнічувати одне одного, насадження дуже ущільнюються. Для усунення цього і надання смугам продувної конструкції проріджують деревостій, обрізують гілки на стовбурах і омолоджують чагарниковий підлісок. Під час *проріджування смуг* враховують роль кожного дерева. Розрізняють три категорії дерев: I – найкращі; II – допоміжні; III – ті, що заважають рости найкращим і допоміжним.

Найкращі дерева (як правило, головні породи) краще ростуть і розвиваються і складають основу смуги, визначають її захисну висоту. Їх треба якомога рівномірніше розподіляти на всій площі насаджень. Якщо на певній ділянці деревостій найкращих дерев дуже густий, то під час проріджування смуги частину їх вирубують.

Допоміжні дерева – це ті, що ущільнюють полог смуги, сприяють очищенню стовбурів найкращих дерев від гілок, впливають на формування їх стовбурів і крон та виконують ґрунтозахисну роль. Такими можуть бути дерева допоміжних і головних порід.

Дерев III категорії – це ті, що затінюють головні породи і затримують їх ріст та розвиток. Часто це сухі, пошкоджені й усихаючі дерева. Під час проріджування смуг їх повністю вирубують.

Смуги проріджують за 2-3 прийоми. При цьому вирубують усі дерева, що заважають іншим нормально рости, а на стовбурах залишених дерев підрізують нижні гілки до висоти 1-1,5 м так, щоб ґрунт на лінії крайнього ряду стовбурів був затінений залишеними гілками протягом усього дня.

Проріджуючи лісосмуги, треба стежити за тим, щоб після рубки у полозі крон не було “вікон”. Зімкненість пологів після рубки має становити не менше 0,8.

У лісових смугах, створених гніздовою сівбою жолудів, гнізда проріджують у два прийоми. Спочатку у кожному гнізді залишають по 4-5 дубків, через 4-5 років видаляють ще 2-3 рослини. За допоміжними і чагарниковими породами доглядають так само, як і за деревами в рядкових смугах.

У *третьому періоді* розвитку смуг слід підтримувати необхідну їх конструкцію і забезпечувати активну життєдіяльність та довговічність насаджень. Для цього регулярно вирубують усі сухі, усихаючі та пошкоджені дерева, періодично проріджують нижній ярус пологів, вирубують чагарниковий підлісок і паростки на пеньках. Одночасно видаляють допоміжні породи, що заважають рости головних. Рубки догляду в смугах проводять при потребі, проте не рідше як через 5 років.

Перед кожною рубкою догляду лісові смуги старанно обстежують відповідальні за позахисне лісорозведення спеціалісти, які визначають їх стан і види робіт. Тільки після цього на основі висновків спеціалістів починають виконувати заплановані лісівницькі заходи.

Дерев для рубок визначають заздалегідь, мітять їх фарбою, розбавленою гасом. Вирубують дерева і чагарники, як правило, пізно восени, до випадання снігу. Молоді дубки, вирощені із жолудів, краще вирубувати влітку (у липні – серпні). Паростки, які з'являються після рубки, до зими відмирають, тому надалі відпадає потреба в їх вирубуванні. Цей час є найкращим для обрізування гілок на деревах. Під час рубок догляду пеньки слід залишати без розщепів, гілки обрізувати нарівні зі стовбуром гладким зрізом без задирів кори, для чого спочатку їх надпилюють знизу. Чагарники зрубують біля самої шийки кореня. Вирубані дерева, чагарники й гілки виносять із смуги і складають окремо в купи.

Рубки догляду проводять добре відточеними сокирами, поперечними та іншими пилами, секаторами, сучкорізами. Для цього застосовують також пересувні пилики «Дружба», «Тайга», МП-5, «Урал-2», кушорізи РКР-1,5, «Секор-3».

Характер рубок догляду залежить переважно від породного складу насаджень. Нижче наведено особливості рубок догляду в лісових смугах із найпоширеніших головних деревних порід.

Рядкові смуги з дубом, створені садінням за деревно-чагарниковим та деревно-тіньовим типом. Перший догляд за лісовими смугами деревно-чагарникового типу проводять у 3-5-річному віці. Він передбачає освітлення дуба та посилення ґрунтозахисної ролі чагарників. Для цього садять останні на пені та обрізують гілки з дерев допоміжних порід, що заважають розвитку головних. Після змикання крон у віці 8-9 років вирубують усі чагарники, що відновилися паростками, обрізують гілки та вирубують окремі допоміжні дерева, що дуже затіняють головні. Це сприяє кращому продуванню смуг узимку, більш рівномірному розподілу снігу на суміжних полях та меншому відкладанню його у смугі.

Після того, як лісосмуги досягнуть 12-13-річного віку, проводять черговий догляд: вирубують чагарники, що відновилися паростками, й допоміжні дерева, які заважають розвитку головних. Одночасно на всіх деревах, що залишаються, обрізують нижні гілки до висоти 1 м.

На 15-17-му році життя дерев проводять ще один догляд, за якого повністю формують їх склад, надають смугам продувної конструкції: вирубують чагарники і паростки, які з'явилися від пеніків раніше зрубаних допоміжних порід, зріджують деревостан, обрізують спрямовані у бік поля гілки дерев крайніх рядів на висоту до 2 м. У смугах на темно-каштанових ґрунтах гілок не обрізують. У місцях зрідження на кожному пеніку залишають по два кращих пагони. Під час наступної рубки гірший із них вирубують.

У полезахисних смугах деревно-тіньового типу у віці 8-9, 12-13 і 15-17 років проводять такі ж рубки догляду, що й за насадженнями деревно-чагарникового типу, проте гілки на стовбурах обрізують до висоти 1,5 м.

У смугах деревно-чагарникового типу другого періоду розвитку, де рубок ще не проводили, під час першого догляду на чорноземах глибоких, звичайних і південних чагарники садять на пені, смугу зріджують за рахунок частини допоміжних порід та обрізують нижні гілки стовбурів до висоти 1,5 м, а на темно-каштанових – до 1 м. Через 3-4 роки рубки догляду повторюють: знову вирубують чагарники та зріджують смугу вирубуванням частини допоміжних порід. У таких же смугах деревно-тіньового типу, де рубок не проводили, заходи догляду такі ж, що й за насадженнями деревно-чагарникового типу.

На 20-25-му році життя у повністю сформованому насадженні догляд полягає у підтриманні найефективнішої конструкції смуги та в проведенні санітарних рубок, які передбачають розчищення нижнього ярусу, вирубування дуже пригнічених та всихаючих дерев. Проводять їх у міру потреби.

У рядкових смугах дуба, створених стрічковою та стрічково-ямковою сівбою з участю допоміжних і чагарникових порід, перший догляд полягає у садінні чагарників на пені та зрідженні стрічок і ямок вирубуванням малорозвинених дерев і тих, що відстають у рості. При цьому у сприятливих лісорослинних умовах (чорноземи глибокі і звичайні) на кожному метрі стрічки залишають по два, а в ямках – по 2-3 кращих дубки, на чорноземах південних і темно-каштанових ґрунтах – по 1-2.

У віці насаджень 9-10 років догляд повторюють. Вирубують чагарники і проріджують дубки у стрічках та ямках. Під час проріджування на кожному метрі стрічки смуги та в ямках залишають по одному найбільш розвиненому дубку. Одночасно вирубують паростки, що з'явилися від пеніків раніше зрубаних допоміжних порід, що дуже заважають головним породам, обрізують зовнішні гілки у дерев крайніх рядів до висоти 1 м. У смугах на темно-каштанових ґрунтах гілки не обрізують.

Через 4-5 років проводять ще один догляд. Вирубують допоміжні дерева, що дуже пригнічують головні породи, знищують паростки та обрізують нижні гілки до висоти 1,5 м. У смугах на темно-каштанових ґрунтах гілки на стовбурах дерев обрізують до висоти 1 м.

У смугах деревно-тіньового типу проводять такі ж заходи догляду, що й за насадженнями деревно-чагарникового типу. Подальшими заходами догляду (періодичне зрубування чагарників на пені) підтримують необхідну конструкцію і санітарний стан насадження.

Смугам із переважанням білої акації необхідну конструкцію надають за рахунок головної породи і таких її компонентів, як клени гостролистий і польовий, в'яз, берест, що мають великі крони. Тому рубками догляду створюють у них сприятливі умови для росту не лише білої акації, а й інших порід.

У смугах деревно-чагарникового типу восени на 2-3-ій рік після садіння в акації вирубують зайві пагони, залишаючи по одному кращому стовбуру в кожному посадочному місці. Одночасно обрізують

нижні гілки до висоти 0,5 м. На 4-5-му році життя чагарники зрубують на пені. Через 3-4 роки проводять другий догляд: вирубують чагарники, що відновилися паростками, обрізують зовнішні гілки у дерев із крайніх рядів до висоти 1-1,5 м та проріджують насадження. У смугах на темно-каштанових ґрунтах гілки не обрізують.

У віці насаджень 13-15 років черговий догляд проводять так само, як і попередній. Для зрідження вирубують дуже пригнічені й пошкоджені дерева допоміжних і головних порід. У зріджених насадженнях рубку не проводять навіть при наявності недорозвинених дерев, а в місцях, де є порівняно великі просвіти у верхньому полозі, на кожному пні раніше зрубаних дерев залишають по одному-два пагони. Це сприяє збільшенню густоти насадження, змиканню крон дерев і поліпшує умови лісового середовища.

Наступні заходи догляду полягають у підтриманні необхідної конструкції за допомогою періодичної та санітарної рубок чагарників.

У білоакацієвих смугах без чагарників проводять такі ж рубки, що й у білоакацієвих смугах деревно-чагарникового типу.

Тополеві смуги відзначаються швидким ростом і розвитком. Якщо в насадженнях немає достатнього простору, дерева рано починають пригнічуватись, внаслідок чого послаблюється їх ріст. Під час рубок догляду регулюють густоту насаджень, особливо у внутрішніх рядах, створюють для них сприятливі умови.

Перший догляд у топових смугах деревно-чагарникового типу, який полягає у зрізуванні чагарників на пені, проводять у віці їх 5-6 років. У віці лісосмуги 9-10 років вирубують чагарники, які вирости з паростків, обрізують гілки до висоти 1,5 м та проріджують лісосмугу переважно за рахунок внутрішніх рядів, насамперед вирубують малорозвинені та пошкоджені дерева.

У віці насадження 14-15 років вирубують чагарники, що вирости з паростків, та паростки, що утворилися від раніше зрубаних дерев, проріджують лісосмугу рубками пригнічених дерев внутрішніх рядів. У місцях великих просвітів у полозі і вертикальному профілі на кожному пні залишають один-два добре розвинені паростки.

У чистих топових смугах, що складаються з різної кількості рядів (від 1 до 5), перший догляд проводять при досягненні ними 5-7 річного віку. Для посилення продування та росту дерев лісосмугу

проріджують та обрізують гілки на деревах до висоти 1 м. У віці 10-12 років проводять другий догляд, який полягає у проріджуванні насаджень та обрізуванні зовнішніх гілок дерев крайніх рядів до висоти 2 м. Проріджують смуги за рахунок недорозвинених і дуже пошкоджених дерев. На 14-15-му році смуги, розростаючись, стають щільними. У цей час їх ще раз проріджують. Надалі у смугах цієї групи відповідними заходами підтримують найефективнішу конструкцію та проводять санітарні рубки.

Смуги з тамариксу і маслинки вузьколистої поширені на ґрунтах каштаново-солонцюватого комплексу. Маслинка вузьколиста, що входить до їх складу, добре росте й нерідко з чагарника переростає у дерево третьої або навіть другої величини. Тому при проведенні рубок догляду в таких смугах намагаються створити більш сприятливі умови для успішного росту маслинки вузьколистої.

Перший догляд проводять у віці 5-6 років. Він полягає в обрізуванні нижніх гілок маслинки до висоти 0,4-0,5 м. Через 3-4 роки догляд повторюють. Гілки крони з чітко вираженим стовбуром обрізують до висоти 0,8-1 м. Тамарикс і маслинку, що зберігають форму чагарника, періодично в міру ущільнення нижньої частини смуги омолоджують рубкою. Проводять її у два прийоми: спочатку зрізують на пені 50 % чагарників (через один куш), у наступному році – решту. Одночасно проводять і санітарні рубки.

У смугах з кількох деревних порід рубки догляду спрямовують на регулювання густоти насаджень з урахуванням їх віку та надання їм продувної конструкції. У полезахисних смугах деревно-чагарникового типу цієї групи догляд починають на 4-5-му році їх життя. Перший догляд полягає у садінні чагарників на пені. Через 5 років догляд повторюють, під час якого вирубують чагарники і видаляють малорозвинені, пригнічені та пошкоджені дерева. На 14-15-му році проводять ще один догляд, під час якого формують конструкцію насадження. При цьому знову вирубують чагарники і проріджують лісосмугу, знищуючи пошкоджені й відсталі у рості дерева.

У лісових смугах без чагарників проводять такі ж рубки догляду, що й за смугами з чагарниковим підліском. Наступні заходи догляду за цими насадженнями полягають у підтриманні сформованої конструкції.

2.5.1.2. *Виправлення полезахисних лісових смуг незадовільного стану*

Неодноразовими обстеженнями і загальними технічними інвентаризаціями доведено, що деяка частина полезахисних лісових смуг за своїм станом або складом порід не відповідає вимогам до захисних насаджень. Вони дуже зріджені, із сильним задернінням ґрунту, незадовільним складом (відсутність головних порід, рекомендованих для даних ґрунтово-кліматичних умов), з наявністю малоцінних і нестійких супутніх порід (клена ясенелистого, в'язові), значними розривами смуги тощо. Крім того, є насадження, пошкоджені худобою, занедбані через брак лісівницького догляду, із щільною конструкцією. Займаючи земельні ділянки, такі смуги дають мало користі, а іноді навіть завдають великої шкоди виробництву, дискредитують ідею полезахисного лісорозведення.

Причиною такого стану лісових смуг є недотримання агротехнічних вимог при їх вирощуванні: погана підготовка ґрунту, неправильний підбір порід, пізні строки садіння, відсутність доглядів за ґрунтом, пошкодження худобою, хижачькі рубки тощо. Щоб виростити нові полезахисні смуги, потрібно багато років, значні витрати коштів, робоча сила. Тому доцільно, зберігаючи деяку захисну дію незадовільних за станом смуг, виправляти їх до рівня задовільних.

Виправлення полезахисних лісових смуг – це комплекс лісівницьких і агротехнічних заходів, розрахованих на поліпшення стану або складу насаджень, посилення їх захисної дії у найближчі роки. Залежно від стану, складу й віку смуг такими заходами можуть бути доповнення, ремонт, реконструкції, відновлення або заміна.

Доповнення – це відтворення в культурах порід, що випали на першому і другому році після садіння, підсівом або підсаджуванням тих же порід. Це є одноразовим заходом.

Ремонтом називається доповнення насаджень 3-5-річного віку. Під час ремонту деревця, що збереглися, садять на пень, щоб запобігти їх пригнічувальному впливу на заново висаджені саджанці.

Реконструкція – це заміна складу деревних порід у насадженнях з метою підвищення їх стійкості, поліпшення умов росту та конструкції введенням стійких і високорослих порід, а також здійсненням деяких лісокультурних заходів, що сприяють їх росту, а в загущених насадженнях – спеціальними рубками догляду. Реконс-

трукція є тривалим процесом, при якому заміна порід є лише початком його.

Відновлення, або заміна – це повторне садіння (сівба) лісосмуг у підготовлений ґрунт на місцях, що залишилися після загиблих, викорчуваних насаджень або поряд з тими, які згодом будуть видалені. При цьому застосовують способи і схеми змішування, що відповідають місцевим ґрунтово-кліматичним та іншим умовам.

Полезахисні смуги із незадовільним станом для виправлення об'єднують у кілька груп за спрямованістю заходів, які тут потрібно проводити.

За віковими ознаками виділяють дві категорії лісосмуг: полезахисні у віці до повного зімкнення крон і лісові старшого віку. За станом лісові смуги першої категорії поділяють на три групи: смуги із задовільним складом порід, але занедбані через поганий догляд за ґрунтом і з частково пошкодженими саджанцями; з незадовільним складом порід і станом, які можна поліпшити; смуги з украй незадовільним станом, великим зрідженням, задернілі.

До першої групи належать смуги, у яких збереглося не менше 75-80 % рівномірно розміщених слаборослих дерев, крони яких не змикаються, частина дерев пошкоджена, ґрунт дуже забур'янений. Виправлення таких смуг спрямоване на відновлення догляду за ґрунтом, знищення бур'янів та розпушування ґрунту. Одночасно з обробітком міжрядь зрізують на пень деревця і чагарники. Догляд за ґрунтом триває до зімкнення пологу.

До другої групи відносять занедбані лісосмуги, у яких переважають другорядні й чагарникові породи, а головні – пригнічені, в окремих рядах спостерігається значний відпад. У таких смугах насамперед слід знищити бур'яни й відновити догляд за ґрунтом. Розорювати потрібно не тільки міжряддя, а й окремі ряди з великим відпадом дерев. Після витримування під паром висаджують головну породу. Відсталі в рості та пошкоджені саджанці садять на пень. Догляд за ґрунтом продовжують до зімкнення пологу.

До третьої групи належать насадження з великим відпадом (понад 60 %) і дуже зарослі бур'янами. Виправляти такі смуги економічно не вигідно, їх краще списати й переорати, а на їх місці або поряд створити нові.

Лісові смуги другої категорії за станом лісового середовища поділяють на три групи: смуги різного складу зі сформованим лісовим

середовищем (щільна конструкція) і задовільними захисними властивостями; з частково розладнаним лісовим середовищем і низькими захисними властивостями; дуже розладнані, без лісового середовища і не мають захисної цінності.

До першої групи належать лісові смуги із зімкнутим пологом до повноти 0,8-1, з мертвою підстилкою і слабкорозвиненою рідкою трав'яною рослинністю у ґрунтового покриві, в підліску і на узліссях – перерослі чагарники, непроріджені паростки деревних порід. Основне місце у смугах займають нестійкі другорядні породи насінного або паросткового походження (акація біла, клен ясенелистий тощо). Ці породи недовговічні, але, маючи значну висоту, можуть ще протягом кількох років захищати поля. Часто у їх складі зустрічається головна порода – дуб, проте незначна участь його і пригнічений стан не дають змоги орієнтуватися на нього. виправлення таких лісових смуг полягає у здійсненні рубок догляду і наданні насаджень продуктивної конструкції завдяки вирубуванню чагарникового підліска, кущів і кореневих паростків на узліссі, обрізуванню гілок на стовбурах дерев у крайніх рядах до висоти 0,8-1 м, а у внутрішніх – до живих гілок. Закраїни зменшують заорюванням до половини ширини міжряддя. Під час рубок уникають зрідження верхнього пологу, яке призводить до погіршення стану насаджень.

До другої групи належать насінні, паросткові або паростково-насінні насадження з пологом, який більш-менш рівномірно зріджений рубками, і слабкорозвиненим рідким чагарниковим підліском. Мертвої підстилки в таких смугах майже немає, у надґрунтового покриві ростуть однорічні бур'яни, трапляються задернілі ділянки.

У насадженнях часто переважають другорядні породи (біла акація, клени ясенелистий і зелений тощо). Зімкнутість пологів – 0,5-0,7. Загальна кількість дерев коливається від 1500 до 2500, узлісся часто закриті, щільні. У смугах зустрічаються галявини, розриви, стежки. виправлення смуг цієї групи – найскладніша справа. Досвід показує, що лісівницький догляд у таких смугах призводить до більшої зрідженості, поліпшує умови розвитку трав'янистого покриву, погіршує стан насаджень. Тому в зріджених смугах лісівницькі догляди поєднують з поновленням догляду за ґрунтом. Тільки за цих умов рубки догляду можуть активізувати ріст дерев, сприяти поліпшенню лісового середовища.

Восени міжряддя смуг розорюють знаряддями на кінній або тракторній тязі з наступним боронуванням. Галявини й розриви розорюють суцільно на якнайбільшу глибину, підтримують протягом року в чистому від бур'янів стані. Після садіння 2-3-річних саджанців доглядають за ґрунтом триває до зімкнення насаджень.

До третьої групи належать зовсім розладнані смуги із суцільним задернінням і частими розривами, з великим зрідженням деревних порід, іноді переважно із чагарників. Найдоцільнішою є заміна таких смуг новими. Заміну здійснюють трьома способами: а) поступово, коли нову смугу закладають поряд, а стару через 2-3 роки вирубують і розкорчовують; б) кулісно, коли у відносно широких смугах розкорчовують внутрішні ряди з великим зрідженням порід і після витримання ґрунту в паровому стані створюють нову вузьку, а щільні ряди узлісся (переважно чагарникові) старої тимчасово залишають для снігозатримання; в) послідовно, коли незадовільну смугу вирубують, викорчовують, площу обробляють, як чорний пар, а потім на цьому місці висаджують нову смугу.

2.5.2. Лісомеліоративні заходи боротьби з ерозією ґрунту

2.5.2.1. Протиерозійні лісові насадження

Лісомеліоративна ланка є важливою складовою протиерозійного комплексу. При її застосуванні слід враховувати те, що поверхневий стік зливових і снігових вод переміщується на поверхні схилів не суцільною плівкою, а в концентрованому вигляді по вимоїнах та улоговинах. У районах з різноманітними кліматичними явищами лісові насадження одночасно мають забезпечувати охорону об'єктів від процесів водної ерозії, суховіїв і пилових бур. Такими можуть бути насадження з доцільною їх структурою та відповідним раціональним розміщенням на об'єкті. У дуже еродованих районах країни лісові насадження треба розміщувати так, щоб вони якнайповніше виконували свої меліоративні функції, займали мінімальну площу ріллі, не заважали переміщенню машин і знарядь, не порушували технології вирощування сільськогосподарських культур.

Протиерозійні лісові насадження поділяються на дві основні групи: на присіткових схилах водозбору і на гідрографічній мережі.

Протиерозійні лісові насадження на присіткових схилах. Лісові насадження на присіткових схилах створюють у вигляді смуг, масивів і куртин з водорегулюючими (стоко- та снігорегулюючими) і ґрунтозахисними функціями.

Стокорегулюючі (водорегулюючі) лісові насадження. Основну стокорегулюючу лісову смугу шириною 15-20 м розміщують на межі привододільного й присіткового фондів у напрямку горизонталей із деяким відхиленням.

На схилах крутизою 2-3°, розчленованих неглибокими улоговинами (глибина – до 0,5 м, водозбір – 0,5 га), для посилення стокорегулюючих функцій лісової смуги, уздовж її нижнього (по уклону) узлісся у місцях перетину улоговини розміщують земляний валик-розпилувач.

На схилах, де поряд з мілкими є і глибокі улоговини (глибина до 1,5 м, водозбір – 3 га), у місцях перетину зі смугою, по нижньому і верхньому її узліссі будують водозатримуючі вали.

Додаткові стокорегулюючі лісові смуги закладають на поздовжніх присіткових схилах, якщо основна смуга такого ж призначення не забезпечує повного зарегулювання поверхневого стоку з водозбору і внаслідок цього на нижній частині присіткового схилу та на берегах гідрографічної мережі виникає розмив ґрунту. Такі смуги розміщують як безпосередньо уздовж бровки мережі (прибалкові, прилощинні, прирічкові), так і на деякій відстані від неї. На берегах мережі з великими розмивами допоміжну смугу створюють безпосередньо уздовж її бровки. Коли лощини, балки та прилеглі до них схили водозбору зайняті пасовищем, а рілля вище на схилі пошкоджується ерозією, додаткову смугу розміщують на межі пасовища й ріллі. Якщо через допоміжні смуги протікають концентровані потоки води з водозбору, то на стокоприймальних ділянках їх посилюють гідротехнічними спорудами.

Для економії орних земель додаткові стокорегулюючі лісові смуги, якщо дозволяють топографічні умови, замінюють підбровковими (верхніми береговими) насадженнями з аналогічною функцією.

Основні й допоміжні лісові смуги створюють з ажурною конструкцією за деревно-тіньовим типом, що забезпечує їх високу ефективність у регулюванні снігового покриву на прилеглих площах.

Для підвищення меліоративної дії стокорегулюючих смуг на їх стокоприймальних ділянках висаджують чагарники. Кількість та роз-

міщення чагарників визначають з урахуванням характеру та інтенсивності поверхневого стоку, що надходить на ділянку смуги.

На схилах, де по невеликих улоговинах (водозбір – до 0,5 га) протікає незначна частина поверхневого стоку, на стокоприймальних ділянках у крайніх рядах лісових смуг висаджують 15-25 % приземкуватих чагарників. Якщо на схилах є улоговини із сильнішим концентрованим стоком (водозбір – до 1 га), то на стокоприймальних ділянках смуги вводять до 50 % чагарників. У таких місцях дерева та чагарники висаджують чистими рядами. У випадках, коли улоговини мають великий водозбір (понад 3 га), по якому переміщується значна маса води, то на стокоприймальних ділянках лісову смугу створюють лише зі щільних рядів чагарника.

Снігорегулюючі (водорегулюючі) лісові смуги закладають у районах, де кількість зим зі сніговим покривом перевищує 50 %, а явища снігопереміщення, які погіршують водний режим полів, спостерігаються постійно. Ці смуги створюють з урахуванням напрямку та швидкості переважаючих хуртовинних вітрів, а також уклонів площі, за яких може розвиватись ерозія ґрунту. Інколи на присіткових схилах їх функції будуть виконувати стокорегулюючі лісові смуги.

На присіткових схилах, де головний напрямок хуртовинних вітрів близький до горизонтального напрямку або повністю збігається з ним, снігорегулюючих лісових смуг не створюють. Якщо напрямок цих вітрів близький до загального уклону місцевості, то сніговий покрив регулюють іншими лісовими насадженнями (стокорегулюючими, ґрунтозахисними).

На присіткових схилах, де ерозійні явища не спостерігаються, а сніг переміщується досить інтенсивно, снігорегулюючі прибалкові лісові смуги з метою економії ріллі замінюють верхніми береговими насадженнями з такими ж функціями.

Снігорегулюючі лісові смуги мають ширину 8-12 м, ажурну конструкцію за деревним типом. Якщо схил перетинають лише неглибокі улоговини, на стокоприймальних ділянках смуги підсилюють приземкуватими чагарниками.

Ґрунтозахисні лісові насадження. Спеціальні ґрунтозахисні насадження у вигляді масивів і куртин закладають у нижній частині присіткових схилів, на ділянках, які інтенсивно руйнуються ерозією і є непридатними для сільського господарства (прияружні та між'яруж-

ні). Невеликі яри до створення смуг повністю засипають ґрунтом, поверхню схилу вирівнюють, а щоб запобігти появі нових розмивів, споруджують водоспрямовуючі вали.

Прияружні лісові смуги і масиви закладають для того, щоб зберегти сніговий покрив на прилеглих схилах, регулювати стік талих і зливових вод та переводити поверхневий стік у підґрунтовий. Крім того, ці смуги сприяють процесам природного (безпосередньо – засівання та вегетативне розмноження лісових порід) та побічного (затінення поверхні і поліпшення водного режиму ґрунту яружних схилів) впливу.

Прияружні лісові смуги розміщують уздовж бровки яру в межах призми природного виположування укосів з таким розрахунком, щоб їх зовнішні межі мали менше прямих і гострих кутів та щоб поверхневий стік надходив до них широким розсіяним фронтом. Коли яр продовжує зростати в довжину, прияружні смуги створюють вище його вершини на відстані 20-50 м і лише після завершення будівництва гідротехнічних споруд на присітковому схилі. Улоговину між вершиною яру та смугою, по якій переміщується основна маса стоку, закріплюють багаторічними травами. Якщо яр має розгалужену вершину з відстанню між окремими відвершками понад 100 м, прияружні смуги розміщують навколо кожного відвершка. Коли ж відстань між ними є меншою 100 м, то вище відвершків створюють суцільну смугу, а площу між ними залужують або суцільно заліснюють.

При слабкому розвитку ерозійних процесів на водозборі ширина прияружної смуги є мінімальною – 12 м. Коли ж вони відбуваються інтенсивно і на поверхні водозбору переважає середньозмитий ґрунт з розмивами і неглибокими вимоїнами, тоді ширину смуг збільшують до 18 м, а при дуже інтенсивній ерозії – до 24-30 м.

Ґрунтозахисні масиви й кілкові насадження на присіткових схилах і між'яружних площах повинні мати щільну конструкцію. Їх створюють за деревно-чагарниковим та чагарниковим типами. На ділянках присіткових схилів (якщо вони дуже замітаються снігом) таким насадженням надають комбінованої конструкції – продувної збоку снігота вітропотоків і щільної – із зворотного боку. Це запобігає пошкодженню насаджень навалом снігу, появі снігових заметів і формуванню поверхневого стоку вздовж їх узлісся.

Для підвищення водопоглинаючої ролі прияружних насаджень на прилеглих схилах вживають заходів щодо усунення концентрації

стоку (зарівнювання улоговин і гребенів, спорудження земляних валіків тощо).

Лісові насадження на крутих щебенюватих привододільних схилах поширені в районах Донбасу та Подільського Придністров'я. Основна їх функція – регулювання водного режиму на прилеглих сільськогосподарських площах. Заліснення таких схилів – найдоцільніший спосіб їх господарського використання. Залежно від конкретних умов, на схилах закладають суцільні лісові масиви або смуги у вигляді замкнутих кліток за деревно-чагарниковим типом. Деревна й чагарники змішують чистими рядами.

Протиерозійні лісові насадження на гідрографічній мережі мають закріплювати ерозійні утворення і забезпечувати доцільне господарське використання земель. Ці насадження створюють у вигляді смуг, масивів і куртин. Вони виконують функції водорегулювання (стокорегулювання, водопоглинання), ґрунтозахисту і затримування мулу.

Стокорегулюючі улоговинно-смугові насадження призначені для регулювання концентрованих потоків води у великих (глибина – понад 1,5 м, водозбір – більше 3 га) улоговинах у межах присіткових схилів водозбору. Якщо присітковий схил перетинають тільки великі улоговини (водозбір – понад 3 га), а напрямок основних хуртовинних вітрів збігається з напрямом горизонталей, то для затримання концентрованих потоків і усунення можливого розмивання ґрунту доцільно створювати лише *улоговинно-смугові насадження*. Крім основної, вони виконують також вітро-, снігорегулюючу та ґрунтозахисну функції.

Улоговинно-смугові насадження в межах присіткового схилу слід створювати з урахуванням можливості поперечної обробки ґрунту на схилах, забезпечення ефективного вітро- і снігорегулювання. Їх необхідно закладати передусім в улоговинах, де не можуть пересуватись трактори. Мілкіші улоговини, що знаходяться між ними, штучно залужують.

При близькому розміщенні на присіткових схилах великих улоговин та інтенсивному розмиванні в нижній ланці мережу улоговинно-смугових (улоговинно-куртинних) стокорегулюючих насаджень висаджують у їх гирловій частині або безпосередньо в лощинах.

Улоговинно-смугові насадження, залежно від конкретних умов їх застосування, створюють різної ширини і конструкції. Якщо вони розташовані по улоговинах у межах присіткових схилів і одночасно

виконують роль вітроломів, то їм надають комбінованої конструкції. Стокорегулюючу частину смуги створюють із густо висаджених чагарників безпосередньо в улоговині (у межах зони максимального рівня поверхневих вод), а вітроламану – з одного або двох вітронепроникних рядів високорослих дерев. Ці ряди розміщують по дну улоговини або на її берегах.

У випадках, коли стокорегулюючі улоговинно-смугові насадження повинні також регулювати сніговий покрив на прилеглих схилах, снігорегулюючу їх частину з 1-2 снігонепроникних (у нижній частині) рядів високорослих дерев розміщують уздовж бровки улоговини, збоку основного напрямку сніго- чи вітропотоків. Така їх структура забезпечує максимальне відкладання снігу безпосередньо в зоні проходження концентрованих потоків. Це поліпшує умови поглинання вологи ґрунтом і забезпечує відносно рівномірний розподіл снігу на прилеглих присіткових схилах.

Водопоглинальні лісові насадження створюють у вигляді смуг, масивів і куртин у гирловій частині улоговин, верхів'ї лощин і балок з метою створення сприятливого режиму живлення річок і водойм підземними водами.

Смугові водопоглинальні насадження доцільно створювати в гирловій частині великих улоговин (водозбір – понад 5 га), де проходить великий обсяг концентрованих потоків, а в підґрунті на невеликій глибині залягають водонепроникні горизонти з ухилом у бік нижніх ланок гідрографічної мережі.

Масивні та кілкові водопоглинальні насадження створюють у верхів'ях лощин і балок (водозбір – понад 300 га), куди з водозбору по улоговинах стікає велика кількість концентрованих поверхневих вод. Доцільно також закладати їх по дну лощин і балок, де під делювіальними відкладами знаходиться водонепроникний горизонт підґрунтя з ухилом у бік гідрографічної мережі.

Водопоглинальним лісовим насадженням надають щільної конструкції за деревно-чагарниковим типом. До їх складу вводять дерева з глибокою кореневою системою, що сприяє інтенсивному переведенню поверхневих вод у товщу ґрунту.

Яружні лісові насадження. Основна мета заліснення яружних укосів полягає у скріпленні ґрунту і підґрунтя кореневою системою лісової рослинності та запобіганні їх подальшому руйнуванню.

Роботи, пов'язані із залісненням, слід виконувати з урахуванням стадій розвитку ярів та формування їх схилів. Кращих результатів досягають, коли заліснюють яри у стадії загасання. Часткове їх заліснення можна розпочинати і раніше, якщо біля підніжжя схилів уже осипається ґрунт.

Заліснювати яри починають із створення прияржних насаджень. Лише після цього садять ліс на тих частинах яру, де є сприятливі лісорослинні умови і можна виконувати роботи вручну або за допомогою засобів механізації. Перед залісненням яр, як правило, закріплюють гідротехнічними спорудами. Невеликі вимоїни між окремими ярками під час обробітку ґрунту зарівнюють плугами або бульдозером. Насамперед заліснюють круті тіньові укоси, нижні частини частково виположених освітлених укосів, рівну частину дна яру, по якій талі і зливові води протікають тонким шаром. В інших місцях дерева й чагарники висаджують лише за сприятливих ґрунтово-гідрологічних умов.

Донні частини ярів заліснюють для повного закріплення русла, запобігання подальшому його поглибленню та розмиванню, створення умов для максимального затримання твердих частинок змиву та розмиву ґрунту, захисту від замулення сільськогосподарських земель у заплавах, а також самих заплав та річок. Водночас воно є одним із засобів раціонального господарського використання яружних земель.

Насадження розміщують з урахуванням типу яру, ширини його дна, а також об'єму води, яка надходить у нього.

Дно берегових ярів заліснюють повністю, а в донних залишають деяку частину русла в попередньому стані для вільного протікання повеневих вод.

Площа дна ярів та нижніх частин їх укосів, які слід заліснювати, становить орієнтовно: берегових – 25-27, донних – 10-15 %. При закріпленні конусів виносу ярів слід урахувувати їх стан та господарську потребу в тій чи іншій продукції, яку можна там вирощувати. Їх заліснення доцільне і тоді, коли вже закінчилося їх формування, проте ґрунт ще малородючий. Якщо ж поверхня їх вкрита шаром муліватих відкладень, а закріплення яру вже закінчене, то конуси виносу краще використовувати під овочеві, технічні, плодові та ягідні культури.

Кольматажні насадження створюють для захисту ґрунту від розмивання та для затримання твердого стоку, що надходить з водо-

збору. Їх розміщують по всьому руслу й укосах тальвега так, щоб вони не виходили за його межу на прилеглу територію водозбору. Для ефективнішого затримання речовин змиву ґрунту кольматажні насадження роблять щільними. Ряди дерев і чагарників розміщують упоперек тальвегу. Для запобігання розмиванню до створення насаджень упоперек тальвегу споруджують низькі загороди з живих вербових кілків. Загальна ширина смуг з такими загородами може бути різною, залежно від об'єму води, яка стікає по тальвегу, розміру самого тальвега та ступеня змитості прилеглих до нього схилів. У випадках, коли крутизна укосів тальвега значна і переважають змиті ґрунти, заліснювати їх краще суцільно. Якщо цю площу можна використати в господарських цілях, то по тальвегах створюють смуги із шириною, яка дорівнює ширині водотоку при максимальному рівні води з додаванням 5-10 м з кожного боку схилу.

Протяжність кольматажних смуг по дну тальвега залежить від об'єму води, яка стікає по ньому. У всіх випадках вона має бути не менше 50 м. Якщо дно балок використовують під сіножаті, то такі кольматажні насадження створюють у вигляді поперечних куліс шириною 20-50 м, які чергують із сіножатями такої ж або трохи більшої ширини.

Добір деревних і чагарникових порід, типи їх змішування та розміщення. На основі багаторічних спостережень за станом і ростом дерев та чагарників в умовах змитих і розмитих земель для різних ґрунтових зон України можна пропонувати певний їх асортимент. При створенні протиерозійного насадження важливо заздалегідь передбачити, яким воно буде у дорослому стані та як ростиме у різні періоди свого розвитку. Одночасно слід розробити систему агротехнічних і лісівницьких заходів догляду, які забезпечать найкращий ріст, особливо тих порід, що становлять скелет (основу) лісового насадження. Важливо правильно підібрати головну й допоміжні породи.

Високої меліоративної ефективності, достатньої стійкості, доброго росту та швидкого змикання пологих захисних насаджень досягають відповідним розміщенням у них деревних і чагарникових порід, що характеризують певний тип протиерозійного насадження. Важливе значення має також структура (будова) насаджень.

При створенні протиерозійних насаджень застосовують два основні типи змішування порід: деревно-чагарниковий та деревно-тіньо-

вий. При залісненні еродованих земель в умовах значної посушливості та змитості ґрунту можна застосовувати рекомендовані акад. Г.М. Висоцьким двочагарниковий і чагарниковий типи змішування. Залежно від цільового призначення, лісові насадження можна створювати за одним або кількома типами. Прикладом цього може бути прибалкова смуга, яку створюють лише за одним деревно-тіньовим типом, або прияружна, яка у своїх окремих частинах може мати різні типи: чагарниковий, деревно-чагарниковий, деревно-тіньовий і навіть плодовий. Протиерозійне насадження має бути щільним. Тому розміщувати дерева слід на відстані 1,5×0,5-0,7 м. Для швидкого змикання насаджень і зменшення витрат на догляд за ґрунтом дерева та чагарники доцільно змішувати окремими рядами. Практика показує, що шляхом "сідлання" рядів чагарника можна проводити культивування одночасно у двох сусідніх міжряддях. Якщо рельєф не дозволяє застосовувати механізми під час догляду за ґрунтом у молодих насадженнях, рослини висаджують на близькій відстані. Від того, на якій відстані садять дерева, залежить тривалість ручного догляду за ґрунтом. Тому, щоб зменшити витрати на ці операції і досягти швидкого змикання молодого насадження в рядах, чагарник слід висаджувати через 0,3-0,5, а дерева – через 0,5-0,7 м.

Підготовка площі для створення насаджень. Площі, які підлягають меліорації, за своєю топографією, ґрунтовими та гідрологічними умовами, ступенем еродованості тощо дуже складні. Вони потребують спеціальної підготовки для освоєння: зарегулювання поверхневого стоку на водозборі; очищення площі від великого каміння, окремих дерев і чагарників; планування поверхні схилів; прокладання доріг і стежок; виположування крутих схилів і берегів; відсипання укосів до повного засипання ярів; закріплення ярів гідротехнічними спорудами та ін.

Для виконання земляних робіт слід використовувати звичайні та універсальні бульдозери Д-492; Д-493; ДЗ-42, терасер ТК-4, корчувач Д-513 А, екскаватори ЭО-5015; ЭО-2621 А; скрепер Д-569.

На площах меліоративного фонду із складною топографією та значним ерозійним потенціалом дороги прокладають на ділянках із найменшими уклонами. Їх протяжність уздовж берега (схилу) становить не більше 50 м. Найефективнішими на таких площах є дороги похилого та зигзагоподібного типів, при влаштуванні яких значно зменшується обсяг земляних робіт, менші площі відводяться на вла-

штування переїздів; підвищується стійкість машин і знарядь при пересуванні по них; практично не виникає поверхневий стік.

Для створення сприятливих умов для механізації лісомеліоративних робіт на присіткових схилах на підготовчому етапі відсипають круті яружні укоси і повністю засипають яри.

Проектний нахил відсипання яружних укосів, як і повного засипання ярів, залежить від крутизни та форми присіткового схилу, ширини і глибини яру, виду трансформації земельних угідь.

Останнім часом у лісомеліоративній практиці застосовують відсипання як стійких, так і слабостійких яружних укосів. Відсипають стійкі укоси бульдозером. Спочатку одним-двома переміщеннями їх упоперек осі яру обвалюють ґрунт безпосередньо з бровки на його дно. Потім так само пересувають на яружні укоси ґрунт із прияружної ділянки схилу. Робота вважається завершеною, якщо на поверхні яружних укосів по всій їх довжині сформовано шар ґрунту товщиною 30 см. При цьому ширина смуги схилу, з якої знімають ґрунт, залежить від глибини яру, товщини гумусового шару ґрунту, але не повинна перевищувати 15 м.

На слабостійких обривистих яружних укосах ґрунт спочатку переміщується бульдозером з прияружної смуги до бровки яру. При цьому бульдозер не заїжджає в зону призми руйнування укосів. Потім за 3-5 пересувань бульдозером зсувають цей ґрунт у яр. Завершальну операцію виконують тоді, коли насипний ґрунт створює підпір первісному укосу яру.

Повне засипання ярів глибиною до 10 м із водозбором до 15 га є ефективним лише при наявності поблизу прияружних площ із горбистою поверхнею або розробок кар'єрів.

Технологія засипання ярів передбачає виконання певних послідовних операцій. Спочатку вище вершини будують водорегулюючі споруди. З площі резерву знімають гумусовий шар ґрунту і концентрують його в тимчасових кавальєрах. Яр розбивають на робочі ділянки шириною 25-30 м кожна, які нумерують у послідовності виконуваних робіт, починаючи з вершини яру. Потім у вершині яру і на межах робочих ділянок бульдозером прокладають заїзди та виїзди. Починають засипати яр з вершини, поступово пересуваючись до гирла. Після повного засипання яру його нову поверхню ретельно вирівнюють і ущільнюють бульдозером, а потім покривають шаром родючого ґрунту з резерву.

Яри повністю засипають також на схилах, де відстань між ними не перевищує 100 м. У такому разі планування схилу проводять за рахунок між'яружних площ. Засипають яр на 0,5-0,6 м вище від поверхні між'яружної площі, що дає змогу після осідання ґрунту мати відносно рівну поверхню рекультивованого схилу.

Присіткові схили, зруйновані ярами великих розмірів (глибина – понад 15 м, протяжність – понад 300 м), які перетинають піщово-глинисті породи і мають водозбір до 15 га, підлягають корінній меліорації. Для цього проводять буро-вибухові роботи з виположення стрімких схилів, на яких неможливо використати механізми, і систему водозатримуючих валів для запобігання повторному розмиванню.

Повне або часткове засипання ярів, що перерізають водоносні горизонти, є доцільним лише при застосуванні спеціальних споруд з метою збереження їх дренажних властивостей. Для створення такого дренажу влаштовують вали-канави, водозатримуючі вали з трубчастими водоскидами і дренажними призмами. Після будівництва водорегулюючої споруди по дну яру прокладають дренаж із азбестоцементних труб, фашин, щебеню тощо. Ці роботи проводять у напрямку від вершини до гирла.

Підготовка посадочних місць. Різноманітні рельєфні форми еродованих присіткових схилів, берегів балок і річок об'єднують у певні категорії лісомеліоративної площі (ЛМП), беручи за основу крутизну і ступінь розчленування схилів та берегів ерозійними розмивами. У межах категорій з урахуванням особливостей ділянок, що впливатимуть на технологію обробітку ґрунту (характер підґрунтя, глибина, ступінь змитості або щебенюватості ґрунту), виділяють відповідні підкатегорії. Категорії лісомеліоративної площі не визначають склад і тип змішування порід у насадженнях. Ці питання вирішують, враховуючи конкретні лісорослинні умови ділянок і категорії насаджень. У межах меліоративного фонду виділяють шість категорій (табл. 67).

За результатами досліджень та узагальненнями виробничого досвіду, для підкатегорій ЛМП розроблені конкретні технології обробітку ґрунту під протиерозійні насадження. Основу технології підготовки ґрунту на площах I категорії становить суцільний обробіток його за системою раннього або пізнього пару, залежно від характеру попереднього використання ділянок та ступеня зволоження.

Таблиця 67 – Класифікація пригіткових схилів, берегів балок і річок на категорії ЛМІП

Категорія ЛМІП		Підкатегорія ЛМІП	
№	Крутизна, град.	№	Підгрунття (назва, щільність)
I	2	4	5
I	0-5	А	Лес, пухкий лесовидний суглинок
		Б	Рухляк вапняку, мергелю, сланцю, пісковик; відносно пухкий
		В	Те ж
II	6-12	А	Лес, лесовидний суглинок; пухкий
		Б	Рухляк вапняку, мергелю, сланцю, пісковик; відносно щільний
		В	Те ж
III	12-25	А	Лес, лесовидний суглинок з поверхні або з глибини 10-15 см; пухкий
		Б	Рухляк вапняку, мергелю, сланцю з поверхні або з глибини 10-15 см; відносно пухкий
IV	25 і більше	А	Лес, лесовидний суглинок, пухкий
		Б	Лес, лесовидний суглинок
			Грунт (глибина, ступінь змитості, скелетність)
			6
			40-60 см, середньозмитий, нескелетний
			15-25 см, слабкозмитий, малоскелетний
			15-25 см, слабкозмитий, скелетний
			25-40 см, слабкозмитий, скелетний
			15-25 см, слабкозмитий, малоскелетний
			15-25 см, слабкозмитий, скелетний
			0-12 см, сильнозмитий, нескелетний
			0-15 см, сильнозмитий, нескелетний
			25-40 см, слабкозмитий, нескелетний
			10-25 см, середньо- та дуже змитий, нескелетний

Продовження табл. 67

Категорія ЛМІП		Підкатегорія ЛМІП	
№	Крутизна, град.	№	Підгрунття (назва, щільність)
I	2	4	5
V	16-18	А	Лес, лесовидний суглинок, пухкий
		Б	Рухляк вапняку, мергелю, сланцю
VI	6-25	А	Лес, лесовидний суглинок, пухкий
		Б	Рухляк вапняку, мергелю, сланцю, пісковик
			Грунт (глибина, ступінь змитості, скелетність)
			6
			15-25 см, середньозмитий, нескелетний
			25-35 см, слабкозмитий, сильноскелетний
			15-25 см, середньозмитий, нескелетний
			25-35 см, слабкозмитий, сильноскелетний

Примітка. Схили і береги з рухляком щільних порід трапляються в Донбасі, а також місяцями по берегах Дніпра, Десни, Сіверного Дінця та їх приток

У межах площ I категорії трапляються ділянки з різною змитістю та скелетністю ґрунту і різним підґрунтям. Враховуючи це, на ділянках підкатегорії А ґрунт готують за системою раннього чи чорного пару. На ділянках підкатегорії Б для забезпечення достатньої глибини розпушування ґрунту та запобігання вигортанню на його поверхню скелета, застосовують безполицевий обробіток (розпушування) через 0,8-1 м та зяблеву оранку. На ділянках підкатегорії В, де орний шар ґрунту утримує скелет, проводять безполицевий обробіток (розпушування) ґрунту й підґрунтя через 0,8-1 м в перехресному напрямку, оранку та наступне дискування – в напрямку руху плуга.

На площах II категорії для уникнення ерозійних явищ застосовують частковий обробіток ґрунту впоперек схилу за системою раннього або чорного пару. Ширина смуг та проміжків між ними залежно від розміру водозбору, ступеня задерніння схилу, умов атмосферного зволоження, інтенсивності ерозії ґрунту тощо, повинна становити від 1,5 до 20 м. У посушливих районах оранку проводять у смугах шириною 15-20 м. Для кращого регулювання поверхневого стоку по верхньому краю смуг плантажним плугом нарізують горизонтальні борозни, а в смугах шириною 15-20 м – і по їх центрі. Орють у смугах з обертанням скиби вниз по схилу. Перед початком обробітку всі вимоїни на схилі загортають бульдозером. Основний обробіток залежить від особливостей підґрунтя, ступеня змитості й скелетності ґрунту. Його можна виконувати за системою раннього або чорного пару.

На досить зволених площах присіткових схилів ґрунт частково готують за допомогою двополицевого плуга ПЛС-06. Борозни нарізують через 2,5-3 м по горизонталі.

На площах III категорії обробіток ґрунту повинен бути частковим із застосуванням терасування. Для запобігання можливій ерозії тераси орієнтують по горизонталі схилу, а їх полотну надають зворотного нахилу – 4-6°. До створення терас на схилі проводять інструментальну розбивку їх трас та загортання всіх вимоїн. Відстань між сусідніми терасами встановлюють залежно від крутизни схилу, проте з розрахунком, щоб між кінцем насипної частини верхньої тераси і бровкою нижньої залишалась берма шириною не менше 0,5 м. Терасування починають з верхньої частини схилу.

При наявності на ділянках, що підлягають терасуванню, великого водозбору, спочатку проводять роботи, пов'язані із зарегулюванням

поверхневого стоку. Для цього роблять водозатримуючі вали або вали-канави (залежно від об'єму поверхневих вод). Якщо площ під такі споруди на водозборі немає, то на полотні верхньої тераси будують водозатримуючі вали-канави.

На ділянках підкатегорії А, де нахил берега не перевищує 18°, а підґрунтям є лес або лесовидний суглинок, проводять *наорне терасування*. Тераси з полотном шириною 2,5-2,8 м створюють за допомогою однічної 3-4-разової оранки з відвалюванням скиб униз по схилу берега. На таких площах для створення терас із полотном шириною 2,5 м доцільно також використовувати спеціальний терасер ТС-2,5.

На ділянках підкатегорії Б, де підґрунтя відносно щільне, застосовують *виймково-насіпне терасування*. Тераси з полотном шириною 3,5-4 м нарізають універсальними бульдозерами Д-492, Д-493, а також терасером Т-4 М. Поступово-зворотним переміщенням по горизонталі він вирізує частину ґрунту й підґрунтя у корінному березі і переміщує його у відсіпний укіс тераси. Підготовку полотна терас до садіння рослин обмежують глибоким (60-70 см) безполицевим розпушуванням підґрунтя та дискуванням його поверхні важкими дисковими боронами.

На площах IV категорії, які через крутість малодоступні для тракторів і живої тягової сили, застосовують частковий обробіток ґрунту у вигляді площадок, переривчастих смуг, шурфів.

На площах V категорії, дрібноконтурних ділянках, що виникають на берегах мережі внаслідок перетинання глибокими вимоїнами і ярками, посадочні місця готують у вигляді площадок різного розміру. Технологію їх підготовки, розміри та розміщення визначають залежно від конкретних умов.

На ділянках підкатегорії А, які мають неглибоку дернину, зручні заїзди та виїзди, в Лісостепу насаджують у шаховому порядку лісокультурні площадки розміром 0,8×0,8 м агрегатом ОПН-1 по 2600 шт. на 1 га.

На ділянках цієї ж підкатегорії в посушливих умовах Степу лісокультурні площадки роблять більшими – 2×2 м з терасоподібним поздовжнім профілем. Для цього використовують звичайний бульдозер (Д-535, Д-606). Тераси формують з виймковою та насипною частинами. Насипна частина має більш глибокий шар розпушеного ґрунту, що створює кращі умови для нагромадження вологи в місцях садіння рослин. Площадки розміщують у шаховому порядку по 1500 шт на 1 га.

На ділянках підкатегорії Б, сильноскелетний верхній шар ґрунту яких підстиляється відносно щільними корінними породами (мергелем, сланцем, пісковиком), при застосуванні лісокультурних площадок розміром 2×3 м з терасоподібним поздовжнім профілем необхідними є такі попередні операції, як дискування дернини важкою бороною та глибоке (60-70 см) безполицеве розпушування ґрунту й підґрунтя. Ці підготовчі операції, як і саме формування площадок, проводять у межах смуг шириною 2 м, котрі закладають уздовж берега на відстані 1 м одну від одної. Площадки розташовують у шаховому порядку по 625 шт. на 1 га.

На площах V категорії, які не мають наскрізного проїзду, лісокультурні площадки готують корчувальними машинами (Д-513 А, МП-2 А, МРП-2) з ґрунтопоглиблювальними лапами, які дають змогу створювати в місцях садіння рослин більш глибокий шар розпушеного субстрату. Це забезпечує кращий ріст рослин. Площадки формують розміром 1,5-2 м з поздовжнім терасоподібним профілем. Їх розміщують групами по 500 шт. на 1 га.

Площі VI категорії обмеженої ширини (яри перетинають берег через 150-200 м) для створення насаджень терасують землерийною технікою. Для поєднання відносно невеликих ділянок берегів мережі у великі масиви необхідно застосовувати метод пересипання глибоких вимоїн і ярів, який дозволяє з'єднати тераси на сусідніх ділянках берега, а також ефективніше освоювати площу самих ерозійних утворень. Для зарегулювання місцевого стоку безпосередньо в їх руслі будують спеціальні споруди – донні загати, водозатримуючі та водовідвідні вали.

Описана вище класифікація земель меліоративного фонду і основні технології створення протиерозійних насаджень стосуються лише присіткових схилів і берегів гідрографічної мережі, в орному шарі ґрунту яких є відносно невелика кількість скелета.

Для яружних земель і кам'янистих крутосхилів також розроблені відповідні класифікація і технологія створення лісових насаджень.

Класифікація яружних земель з метою їх лісомеліорації повинна враховувати тип яру, стадію його розвитку, морфометрію, окремі елементи яру та стадії розвитку, гідрологічні умови, стан і родючість ґрунту та підґрунтя, видовий склад і розміщення рослинності, характер проведених меліоративних заходів.

Заліснення ярів слід починати лише тоді, коли вони досягли стадії затухання, а їх укоси набули достатньої стійкості. У межах площі згаданих ярів та їх частин, які перетинають товщу лесу й лесовидних суглинків, застосовують різні способи їх підготовки до заліснення.

На виположених до 18° укосах ярів з відносно рівною та задернованою поверхнею посадочні місця можна готувати у вигляді вузьких смуг за системою раннього пару. Смути розміщують по горизонталях, залишаючи між ними задерновані проміжки такої ж ширини. Першу оранку на глибину 15 см проводять навесні, а другу – восени на глибину 30 см. Кількість літніх культиваций визначають, враховуючи стан дернини. Оранку в смугах проводять кілька разів кінним зворотним плугом з обертанням скиби вниз по схилу. На більш крутих (25-30°) задернованих укосах ярів, особливо південної експозиції, посадочні місця готують вузькими (0,5 м) переривчастими (через 2-3 м) терасами довжиною 3-5 м. Для кращого зволоження ґрунту полотну тераси надають зворотного нахилу 15-20°. Ґрунт розпушують мотобуром БМ-30 через 0,7 м на глибину 30 см. У районах Полісся та північного Лісостепу на укосах північної експозиції з достатнім зволоженням посадочні місця готують у вигляді шурфів розміром 25×25 см та глибиною 20 см. Розміщують їх у шаховому порядку на відстані 1,5-2 м один від одного.

На укосах ярів, формування яких не закінчилось і осип у нижній їх частині не набув необхідної стійкості, посадочні місця готують у вигляді невеличких терас або шурфів. Якщо ґрунт досить розпушений і зволожений, насадження створюють без попередньої підготовки посадочних місць. На рівних ділянках дна яру та конусі виносу, де немає небезпеки розвитку розмиву, проводять суцільний обробіток ґрунту кінним або тракторним плугом. На менших ділянках посадочні місця готують у вигляді смуг шириною 1 м або площадок розміром 1×1 м. Для швидкого змикання пологу культур відстань між центрами смуг повинна дорівнювати 1,5-2 м, а між центрами площадок – 2 м.

На задернованих укосах ярів ґрунт у смугах обробляють за системою раннього пару, яка включає літню оранку на глибину 12-15 см, культивуацію до повного знищення дернини, осінню оранку на глибину 25-30 см. Якщо весняна оранка неможлива, то проводять боронування. Коли посадочні місця створюють у вигляді площадок, то з їх поверхні знімають шар дернини і укладають його по нижній стороні, а ґрунт розпушують на глибину 18-20 см.

Ущільнений і незадернований ґрунт готують восени або навесні перед садінням, якщо цьому не заважатиме велика його зволоженість. Пухкий і незадернований ґрунт попередньо не обробляють. Залежно від характеру і розміру окремих контурів ділянок, що підлягають залісненню, їх готують кінним і ручним знаряддям. Схили ярів також засівають люпином по снігу.

При залісненні зсувів, які часто трапляються в ярах, слід уникати таких прийомів обробітки, які призводять до підвищення вологості нестійкої маси ґрунту і підґрунтя (терасування, нарізання борозен тощо).

На відносно рівній і мало задернованій терасі зсуву застосовують суцільний обробіток ґрунту за системою раннього пару. На терасах зсуву із складним мікрорельєфом посадочні місця доцільно готувати у вигляді невеликих смуг через 2 м або площадок, розміщуючи їх у шаховому порядку на відстані 2-2,5 м між їх центрами. Потужна дернина в межах смуг руйнується під час оранки.

Створення протиерозійних насаджень. Для створення насаджень використовують 1-2-річні сіянці, які відповідають вимогам стандарту. Перед садінням садивний матеріал сортують, видаляючи уражені хворобами та механічно пошкоджені рослини. Довгі корінці підрізають до 20-25 см. Однорічними сіянцями садять абрикос, аличу, акацію білу, жимолость, клен ясенелистий та сріблястий, ліщину, маслинку, скумпію, горіх, софору, черешню, черемху, ясен звичайний, явір, а також породи з добре розвиненими стовбурцями та корінням. Дуб, сосну, ялину, вільху, тамарикс та деякі інші породи висаджують дворічними сіянцями.

У посушливих районах найкращим строком садіння є рання весна. При достатній вологості ґрунту рослини можна садити й восени.

Залежно від категорії площ і способів підготовки посадочних місць сіянці висаджують лісосадильними машинами (ССН-1, СЛНУ-1) або вручну під лопату чи меч. У кожному випадку перевіряють якість садіння. Його вважають правильним, якщо сіянці тримаються у ґрунті міцно, коріння не загнуте і щільно затиснуте на належну глибину, шийка кореня знаходиться на 2-2,5 см нижче від поверхні ґрунту, рослини в рядках розміщені на встановлених інтервалах, змішування порід додержане, ряди насаджень прямолінійні, а міжряддя мають задану ширину.

Якщо загальне випадання рослин у насадженні перевищує 15 %, у найближчу весну або осінь підсаджують сіянці. Якщо ж воно менше, а по головній породі перевищує 20 %, то насадження доповнюють головною породою або тією, що її замінює.

Догляд за ґрунтом у молодих насадженнях, особливо в перші роки після садіння, є важливим заходом лісокультурних робіт. У посушливих районах через відсутність його або несвоечасність проведення часто спостерігається значне випадання саджанців і навіть загибель усього насадження.

Догляд за ґрунтом проводять у перші 4-5 років до повного змикання у рядках і міжряддях. У міжряддях та на узбіччях закраїн ґрунт обробляють культиваторами. Щоб запобігти механічним пошкодженням корінців і стовбурів у рядках залишають зону шириною 30-40 см. Закраїни обробляють смугами шириною 110 см при дотриманні захисної зони шириною 20 см від крайнього ряду і поля.

Для розпушування скелетних ґрунтів застосовують спеціальні культиватори та важкі дискові борони. Якщо в насадженні деревні та чагарникові породи змішані окремими рядами, ґрунт обробляють сидланням рядів у двох сусідніх міжряддях. Глибину культивації протягом року поступово зменшують від 12 до 6 см. Для кращого нагромадження вологи останній раз восени її проводять на глибину 16 см. На ділянках крутих схилів, де трактор не може переміщуватись, ґрунт у рядках і міжряддях обробляють вручну сапками на глибину до 6-8 см. Перший обробіток проводять відразу після садіння, а наступні – залежно від появи бур'янів та ступеня ущільнення ґрунту. Після дощів, щоб уникнути утворення кірки, слід негайно розпушити ґрунт.

2.5.2.2. Гірська лісомеліорація

У гірській місцевості рельєф дуже розчленований. Базис ерозії значний, схили переважно круті і довгі. ґрунт лише тонким шаром покриває корінну породу – вапняки, пісковики, глинисті сланці та ін. Атмосферні опади випадають нерівномірно, а влітку часто у вигляді злив. Все це сприяє формуванню поверхневого стоку великої руйнівної сили.

Інтенсивність ерозійних процесів і шкідливість селевих потоків значною мірою залежить від характеру і стану стокоутворюючої поверхні басейну річки, тобто його водозбору.

Динаміка селевих потоків значною мірою залежить від складу селевої маси. За цим показником їх поділяють на грязьові, грязьокам'яні і водо-кам'яні. Склад селевої маси залежить насамперед від геологічної будови басейну.

Основним завданням заходів щодо регулювання поверхневого стоку у боротьбі з ерозією ґрунту та селевими потоками в гірських умовах є регулювання стокоутворюючої поверхні водозбору підвищенням її пористості, посиленням водопоглинаючих властивостей і протиерозійної стійкості ґрунтів, зменшенням поздовжнього нахилу русла гірських потоків.

Поряд з гідротехнічними найбільш надійними і довгодіючими є заходи, пов'язані з використанням меліоративних властивостей трав'янистої та лісової рослинності.

Виробничий досвід і дані досліджень свідчать, що найефективніших результатів боротьби з ерозією ґрунту і селевими явищами можна досягти застосуванням у басейнах гірських річок, насамперед, селеутворюючих, комплексу заходів: організаційно-господарських, агротехнічних, лісомеліоративних; меліоративно-технічних.

У селевих басейнах лісомеліоративні заходи слід проводити з урахуванням гідрологічних особливостей окремих їх частин. У верхній частині їх, де формується основна маса поверхневого стоку, створюють суцільні лісові масиви з водозахисними функціями. Для підвищення меліоративних функцій лісів планують спеціальні лісівницькі заходи – лісопоновлення, рубки догляду та ін. У середній та нижній частинах басейну лісомеліоративні насадження повинні регулювати поверхневий стік та захищати ґрунт від ерозії. Їх закладають тут у вигляді смуг і куртин.

У руслах гірських потоків лісові насадження створюють у вигляді смуг і масивів для захисту їх від розмивання. Залежно від ширини русла смуги створюють з одного або кількох рядів, розміщуючи її впоперек невеликих водотоків для затримання твердої частини потоку – піску, глини, щебеню.

Заліснення підніжжя схилів запобігає їх обвалованню та розмиванню водою. Насадження тут створюють у вигляді вузьких смуг, розміщуючи їх вище меженного рівня води.

Для припинення росту яри суцільно заліснюють. У склад насаджень біля укосів яру включають переважно коренепаросткові породи, що сприяє поступовому самозалісненню укосів та дна яру.

З метою підвищення стійкості та запобігання подальшому руйнуванню загат і відкладанню твердих продуктів стоку в руслах тимчасових потоків заліснюють замулені ставки.

У заплавах широких водотоків лісові насадження розміщують так, щоб вони не заважали вільному стіканню води. Суцільне заліснення тимчасових водотоків розпочинають лише тоді, коли завдяки меліоративним заходам на основній водозбірній площі басейну повністю припиняється виникнення нових селевих явищ.

Конуси виносу тимчасових та діючих водотоків заліснюють суцільно, що забезпечує закріплення і раціональне їх використання.

На гірських схилах Криму створюють переважно протиерозійні, водоохоронні, ґрунтозахисні, а на більш потужних і добре зволужених ґрунтах – лісо-плодові насадження. Всі вони мають бути біологічно стійкими, добре рости, мати добре розвинену кореневу систему, успішно поновлюватись природним шляхом і бути стійкими проти шкідників і хвороб. З огляду на це добір порід дерев і чагарників має першочергове значення в лісомеліорації згаданих площ (табл. 68).

Таблиця 68 – Асортимент деревних і чагарникових порід для меліоративних насаджень на гірських схилах Криму

Порода	Тип умов місця вирощування	Вертикальні зони		
		нижня	середня	верхня
1	2	3	4	5
<i>Дерева</i>				
Сосна кримська	A ₁ , B ₀₋₂ , C ₀₋₁	+	+	-
Сосна гачкувата і звичайна	A ₁ , B ₀₋₂ , C ₀₋₁	-	+	+
Сосна пічундська, алепська, ельдарська, італійська	A ₁ , B ₀₋₂ , C ₀₋₁	+	-	-
Ялина звичайна	C ₂ , D ₂	-	-	+
Кедр ліванський, атлаский, гімалайський	B ₀₋₂ , C ₁	+	-	-
Кипарис аризонський, пірамідальний	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	+	-	-
Модрина сибірська	B ₂ , C ₂	-	-	+
Ялиця кавказька	C ₂ , D ₂	-	+	+
Ялиця нумідійська	C ₂ , D ₂	+	+	-
Дуб пухнастий	C ₁ , D ₁	+	-	-
Дуб звичайний та скельний	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	-	+	+
Горіх волоський	C ₂ , D ₂	+	-	-
Платан східний	C ₂ , D ₂	+	-	-
Тополя Болле та пірамідальна	C ₂₋₃ , D ₂₋₃	+	+	-

Продовження табл. 68

1	2	3	4	5
Бук кримський	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	-	+	+
Граб звичайний	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	-	+	+
Ясен звичайний	D ₁₋₂	-	+	+
Липа дрібнолиста	C ₂ , D ₂	-	+	+
Клен гостролистий	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	-	+	+
Клен Стевена	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	-	-	+
Мигдаль звичайний	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	+	-	-
Груша лісова	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	+	+	+
Яблуня лісова	C ₂ , D ₂	+	+	-
Алича	C ₂ , D ₁₋₂	+	+	-
В'яз дрібнолистий	C ₁₋₂	+	+	-
Граб східний	C ₀₋₁ , D ₀₋₁	+	+	-
Горобина садова	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	+	-	-
Берека лікувальна	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	-	+	+
Софора японська	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	+	-	-
Ялівець звичайний та червоний	V ₀₋₁ , C ₀₋₁	+	+	+
Фісташка дика	C ₀₋₁ , D ₀₋₁	+	-	-
Айлант	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	+	-	-
<i>Чагарники</i>				
Глід східний	C ₀₋₂ , D ₀₋₂	+	+	+
Кизил звичайний	C ₂ , D ₂	+	+	-
Клен татарський	C ₁₋₂	-	+	-
Ліщина звичайна	D ₂₋₃	-	+	+
Метельник прутоподібний	A ₁ , B ₀₋₁	+	-	-
Жимолость татарська	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	-	+	+
Свидина криваво-червона	V ₁₋₂ , C ₁₋₂	-	+	+
Зіновать руська	V ₁₋₂ , C ₁₋₂	+	+	-
Скумпія	V ₁₋₂ , C ₁₋₂	+	+	+
Бирючина звичайна	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	-	+	+
Бузина чорна	C ₁₋₂ , D ₁₋₂	-	+	+
Шипшина	V ₀₋₁	+	+	+
Тамарикс	A ₁ , B ₁	+	+	-
Ласкавець	A ₀ , B ₀	+	-	-
Жасмин чагарниковий	B ₀	+	-	-
Ломиніс	B ₁	+	+	-
Сумах дубильний	A ₀₋₁	+	-	-

Водоохоронні та ґрунтозахисні насадження на гірських схилах створюють за деревним, деревно-чагарниковим та чагарниковим типами змішування порід з урахуванням цільового призначення насадження та конкретних лісорослинних умов.

На ділянках з дуже змитим бідним ґрунтом насадження доцільно створювати за деревним типом, використовуючи сосну кримську. Листяні породи слід висаджувати лише у спеціальних протипожежних смугах. На більш родючих достатньо зволжених ґрунтах у насадження вводять як деревні, так і чагарникові породи, що сприяє підвищенню їх меліоративних функцій.

При створенні лісомеліоративних насаджень на еродованих схилах слід враховувати цільове призначення насадження, конкретні ґрунтово-кліматичні умови того чи іншого гірського регіону країни. Успіх вирощування таких насаджень значною мірою залежить від правильного застосування найефективніших способів підготовки посадочних місць, якості садіння та агротехнічних доглядів у лісових насадженнях.

Складний рельєф, величезна площа змитих і розмитих земель, значна строкатість кліматичних умов у гірських регіонах потребують певної класифікації площ меліоративного фонду, диференціації технології створення насаджень та використання нової високоефективної лісокультурної техніки.

Можливість і доцільність застосування того чи іншого способу підготовки посадочних місць для створення лісових насаджень у гірських умовах залежать насамперед від рельєфу (крутизни та розчленованості схилів лінійними розмивами) і особливостей ґрунту та підґрунтя. З огляду на це меліоративний фонд, наприклад, гірського Криму, поділяють на категорії кам'янистої лісомеліоративної площі (КЛМП) за основним показником – способом підготовки посадочних місць. Для визначення конкретної технології виконання цієї роботи в межах категорій виділяють відповідні підкатегорії (табл. 69).

Характеристики та запропоновані технології створення лісових насаджень для першої і другої категорій КЛМП, виділених у гірських умовах, повністю збігаються з виділеними для рівнинних місцевостей (табл. 67), тому в таблиці характеристика цих технологій не наведена.

Таблиця 69 – Класифікація меліоративного фонду гірського Криму

Характеристика КЛМП				
Категорії КЛМП	Крутизна схилу, град.	Рельєф, стан поверхні схилу, рослинність	Підкатегорії КЛМП	Ступінь розчленування ділянки, ґрунт та підґрунтя
1	2	3	4	5
III	13-30	Схили голі, частково вкриті чагарником і травами	A	Слабкоеродований, з крутизною 13-20°, ущелини глибиною до 1 м, шириною до 5 м; ґрунт середньозмитий, кам'янистий
			B	Середньорозчленований, з крутизною 20-25°, ущелини глибиною до 5 м, шириною до 15 м; ґрунт дуже змитий і дуже кам'янистий
			B	Слабкорозчленований, з крутизною 13-25°, ущелини глибиною до 0,5 м і шириною 3 м; ґрунт малопотужний, щебенуватий на щебенувато-кам'янистому делювії
IV	13-40	Схили з рідкою рослинністю	A	Дуже розчленований, ущелини глибиною більше 5 м, шириною понад 25 м; гірські породи відносно щільні
V	0-20	Куполоподібні вершини підвищень рельєфу, пологі й круті схили, рослинність середньої щільності	A	Дрібноконтурні, ділянки схилів обмеженої (до 50 м) ширини, з крутизною до 20° між великими ущелинами; ґрунт малопотужний щебенуватий на щебенуватому делювії
			B	Дрібноконтурні ділянки різної конфігурації, з крутизною до 20° між відшаруваннями тріщинуватих гірських порід; ґрунт малопотужний щебенуватий на такому ж делювії
			B	Куполоподібні вершини та пологі схили, переважно відшарування щільних гірських порід, ґрунт місцями малопотужний на кам'янистому делювії
VI	0-10	Дно гірських ущелин, русла тимчасових водотоків, яружні укоси, осипи, рослинність часткова	A	Осипи біля підшви гірських схилів і яружних укосів, конуси виносу тимчасових водотоків з пухкими зволженими продуктами руйнування гірських порід (дрібнозему – 20%)

Продовження табл. 69

1	2	3	4	5
ВП	Різна	Переважно схили крутизною понад 40°, дуже кам'янисті плато та пологі гірські схили з відшаруваннями корінних порід	Б	Русла тимчасових водотоків, конуси виносу, підшва рухливих яружних укосів. Ґрунти непридатні для заліснення на сучасному етапі лісомеліорації

Лісомеліоративні площі за своїм характером значно відрізняються від звичайних лісокультурних. Особливо це помітно в гірських районах, де відсутність шляхів сполучення та наявність геодинамічних явищ (ерозії, осипи, зсуви тощо) ускладнюють виконання лісокультурних робіт. Тому для високоякісного проведення лісомеліоративних робіт у гірських умовах, як і на площах кам'янистих крутосхилів рівнинних районів, потрібними є такі підготовчі заходи, як лісокультурне впорядкування площі, розміщення посадочних місць, організація додаткового зволоження посадочних місць, нагромадження пухкого матеріалу у місцях садіння рослин, підготовка посадочних місць.

Вид підготовчих заходів визначається характером об'єкта, що підлягає залісненню. Їх виявляють на стадії проектування і заносять у технічний проект по лісомеліорації.

Лісокультурне впорядкування площі, що підлягає штучному залісненню, проводять з метою створення сприятливих умов для праці лісокультурних робітників, машин і знарядь, захисту території від несприятливих природних явищ – ерозії, повені, селевих потоків, зсувів, осипу. Воно включає вибір ділянок і способів її закультивування; прокладання шляхів і стежок до ділянки та в її межах, очищення площі від великого каміння, пеньків та інших перешкод для техніки, протиерозійне впорядкування межі ділянок, повне зарегулювання поверхневого стоку або відведення його від ділянки, планування поверхні ділянки із засипанням.

Для досягнення високого меліоративного ефекту від створення лісових насаджень форму площі та її розміщення на схилі вибирають з

таким розрахунком, щоб у межах конкретного водозбору вона мала найбільшу протяжність стокоскидних ділянок.

Для підвищення стокорегулюючої дії лісомеліоративних насаджень вибирають ті чи інші меліоративно-технічні засоби (стокорозпилувачі, водозатримуючі та водовідвідні вали, тераси-канави, технологічні тераси тощо) та місця їх будівництва. Споруди розміщують як безпосередньо на ділянці, яку освоюють, так і за її межами вище по схилу.

З метою об'єднання дрібноконтурних ділянок для виїмково-насіпного терасування схилів слід застосовувати метод пересипання неглибоких ущелин і ярків з одночасною їх лісомеліорацією.

Для нагромадження продуктів ерозії ґрунту в руслах тимчасових водотоків та подальшого створення лісомеліоративних насаджень застосовують спеціальні загати – *баражі* з різних матеріалів.

Основні вимоги до підготовки посадочних місць у посушливих умовах гірського Криму полягають у створенні в місцях садіння глибокого шару родючого ґрунту із сприятливим для рослин водним режимом, забезпеченні умов для максимальної механізації земляних та інших робіт, мінімальних трудових і грошових витратах, запобіганні геодинамічним явищам – водній ерозії, зсувам, осипам тощо. Глибокий шар родючого ґрунту в посадочних місцях формують по-різному: на відносно рівних поверхнях (I-II категорії КЛМП) з відносно щільним підґрунтям – глибоким (60-70 см) безполицевим розпушуванням та оранкою безпосередньо на місці садіння рослин; на крутосхилах (III-IV категорії КЛМП) та дрібноконтурних ділянках (V категорія КЛМП) з малопотужним ґрунтом – завдяки механічному переміщенню додаткової маси родючого ґрунту в місця садіння рослин з наданням посадочним місцям такого поздовжнього їх перетину та конфігурації, які забезпечать стійкість розпушеної ґрунтової маси на схилі до змиву водою та утримання в собі додаткової вологи; у руслах тимчасових потоків (VI категорія КЛМП) – нагромадження дрібнозему за допомогою штучних перепон.

Технологію підготовки посадочних місць визначають, враховуючи категорії КЛМП.

На ділянках I та II категорій КЛМП підготовка ґрунту, садіння та агротехнічний догляд за молодими насадженнями мало відрізняються від технології, яку застосовують у рівнинних умовах. Характерними

тут будуть такі елементи технології підготовки ґрунту, як застосування перехресного поглибленого обробітку ґрунту (на 60-70 см) плантажними плугами (ППН-50, ППУ-50 А) та розпушувачами (Д-162 А; Д-515 С; ОРН-2,5), очищення площі від великого каміння з використанням підбирачів (УКС-0,7 А, УКП-0,6); застосування вузьких (1 м) смуг обробітку ґрунту через 3,5 м по горизонталі схилу.

На площах III А та Б категорії КЛМП посадочні місця готують нарізанням виїмково-насіпних терас і обробітком ґрунту на їх полотні. Залежно від конкретних умов, полотно тераси нарізають шириною від 3,5 до 5 м із зворотним нахилом до 5°. У місцях перетину терасами старих промоїн рівень їх полотна підвищують на 40-50 см. Для переїзду з однієї тераси на іншу ширину полотна на їх кінцях збільшують на 1,5-2 м у бік материкового укосу із заокругленням униз по схилу. Радіус заокруглення повинен становити 4-5 м. У місцях, де такі переїзди створювати неможливо, споруджують спеціальні зворотні площадки, розширивши полотно терас на кінцях на 2-3 м.

На площах III В категорії КЛМП (схили крутизною до 20°, слабо-розчленовані невеликими промоїнами, ґрунт малопотужний, щебенюватий), де терасування є недоцільним (полотно і насипний укос формують із малородючого щебенювато-кам'янистого субстрату), найефективнішою є механізована підготовка лісокультурних площадок із поздовжнім терасоподібним перетином та організацією поверхневого стоку на поповнення влітку запасу вологи у ґрунті посадочних місць за допомогою дренажно-каптажної системи з валиків-каналів. Розчленування поверхні схилу також мережею валиків-каналів на розрахункові водозбори дає змогу повністю зарегулювати поверхневий стік, підвести затриману вологу до посадочних місць. Площу мікрводозборів розраховують за водомісткістю розпушеного ґрунту посадочних місць, коефіцієнтом поверхневого стоку. При формуванні посадочних місць враховують водно-фізичні властивості розпушеного ґрунту і підґрунтя та потребу рослин у доступній волозі. Для затримання вологи поверхневого стоку поверхні лісокультурних площадок надають зворотного нахилу до 10°. На будівництві каптажної дренажної мережі використовують розпушувач РН-80 Б та напівплантажний плуг, а на підготовці лісокультурних площадок – корчувач Д-513 А. Завдяки організації поверхневого стоку сумарні запаси доступної для рослин вологи в насиченому корінням шарі ґрунту влітку збі-

льшуються в 3,5 рази, краще (на 25 %) приживаються рослини, а їх поточний приріст за висотою збільшується на 100 %.

Площі схилів III категорії КЛМП крутизною до 25°, розчленовані густою мережею розмірн до 5 м завглибшки і до 10 м завширшки, можуть бути освоєні при попередньому терасуванні з пересипанням ерозійних утворень.

На площах IV категорії КЛМП, де розчленування схилів промоїнами досягає 3 балів (промоїни близько розміщені одна біля одної, глибина їх – до 9 м, ширина – понад 25 м), вченими запропоновано застосовувати технологічні тераси збільшених розмірів (ширина полотна – до 6 м, зворотний нахил – до 6°, протяжність насипних укосів – до 25-30 м). Внаслідок більш глибокого врзання бульдозера у схил, особливо в місцях великих промоїн, до 70-75 % поверхні його вкривається пухким ґрунтом, завдяки чому вона не потребує спеціальної підготовки для створення посадочних місць. Дерева і чагарники висаджують не на полотні, а на насипних укосах терас, де формують спеціальні мікротераски.

У місцях, де міжтерасна смуга (берма) досягає значної ширини (більш як 1,5 м), за допомогою екскаватора ЭО-2621 А, ЭО-5015 та подібних йому марок готують лісокультурні площадки з терасоподібним поздовжнім перетином розміром 0,6×0,7 м і глибиною 40-50 см. Якщо лісові смуги намічають створювати і на самому полотні терас, то готують ґрунт і садять рослини так само, як і на звичайних виїмково-насипних терасах. Застосування цього методу дозволяє повністю механізувати підготовку посадочних місць у міжтерасній смузі; підвищити питому площу освоєння схилів з 30-35 до 65-70 % і в майбутньому раніше мати зімкнуте насадження з високими меліоративними властивостями.

На ділянках V категорії КЛМП, які являють собою дрібноконтурні площі (підкатегорії А і Б), здійснюють часткову підготовку ґрунту у вигляді лісокультурних площадок, які формують із поздовжнім терасоподібним профілем. Залежно від доступності ділянок для механізації лісокультурних робіт (наскрізний проїзд, тупиковий заїзд), різного розміру площадки нарізають звичайними бульдозерами (Д-606, Д-535) або корчувачем (Д-513 А). У місцях з недостатнім атмосферним зволоженням ґрунтовий стік спрямовують у насичений корінням шар ґрунту посадочних місць для додаткового забезпечення вологою.

На ділянках V А категорії КЛМП при наявності щільного шару дернини підготовку посадочних місць розпочинають з руйнування задернованого шару важкою дисковою бороною БДНТ-2,2 в 1-2 сліди у смугах шириною 2 м, розміщених уздовж схилу через 1 м. Для підведення ґрунтової вологи до посадочних місць та полегшення їх формування в межах смуг уздовж схилу проводять безполищеве розпушування ґрунту та підґрунтя на глибину до 60 см розпушувачем Д-162. Лісокультурні площадки розміром 2×3 м готують бульдозером з прямою лопатою, розміщуючи їх у шаховому порядку по 400 шт./га.

На ділянках V Б категорії КЛМП без наскрізних проїздів або на тих, поверхня яких вкрита відшаруваннями корінних порід, лісокультурні площадки розміром 1,5×2 м з поздовжнім терасоподібним профілем готують корчувачем по 500 шт./га. Площадки розміщують групами в місцях, де є потужний ґрунт.

На ділянках V В категорії КЛМП, які являють собою рівні та похилі кам'яністі площі з близьким (50-60 см) заляганням гірських порід (вапняків, глинистих сланців), посадочні місця готують у вигляді лісокультурних площадок або траншей. У місцях, віддалених від поселень, можна застосовувати також вибуховий спосіб.

На ділянках VI категорії КЛМП (природні осипи, зсуви, підніжжя рухливих укосів, насипні укоси терас тощо) посадочні місця заздалегідь не готують.

На ділянках I, II, III А та Б категорій КЛМП живці висаджують машинами ЛМГ-2, ЛПА-2, а на ділянках III В, V А, Б, В, VI категорій КЛМП – під лопату або меч Колесова. При значній кам'янистості верхнього шару ґрунту сошник лісосадильної машини доцільно підсилувати.

Висівають на постійне місце культури лише на тих ділянках, де садіння з тієї чи іншої причини є недоцільним. Таким способом створюють лісові культури з використанням сосни італійської, фісташки справжньої, дуба звичайного, скельного і пухнастого, горіха волоського, мигдалю звичайного, абрикоса. Насіння аличі, горобини, а також сосни можна сіяти лише у свіжих і вологих умовах місця їх росту – на тінювих схилах.

Агротехнічні догляди за ґрунтом у молодих насадженнях планують на перші 3-4 роки. Оскільки в цих умовах посадочні місця створюють здебільшого з переміщеного ґрунту і підґрунтя при невелико-

му запасі насіння бур'янів, то головним завданням агротехнічного догляду є механічне руйнування ґрунтової кірки, що сприяє зменшенню витрат вологи на випаровування й поліпшення повітряного режиму ґрунту.

Меліоративно-технічні заходи проводять у тих випадках, коли всі інші (організаційні, лісомеліоративні тощо) у селевому басейні є не-ефективними. На схилах до таких заходів відносять спорудження терас, нагірних валів-каналів, терас-каналів, водоскидів, а в руслах – селепроводів (обваловані канали), опорних стінок, протиселевих загат та нанососховищ.

На схилах меліоративно-технічні заходи проводять для закріплення пухких і нестійких проти руйнування ґрунтів, запобігання поверхневому стоку й ерозії ґрунту, а в деяких випадках – для переведення стоку в русла водотоків, у руслах тимчасових і постійних водотоків – для зменшення поздовжнього нахилу, припинення бічного розмивання та пересування дрібнозему й каміння.

Для нотаток

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ЕРОЗІЯ І ДЕФЛЯЦІЯ ГРУНТІВ.....	8
1.1. Загальні відомості про ерозію і дефляцію ґрунтів.....	8
1.2. Ерозія ґрунтів.....	14
1.2.1. Суть, форми прояву і види ерозії ґрунтів.....	14
1.2.2. Фактори ерозії ґрунтів.....	28
1.2.3. Властивості еродованих ґрунтів.....	54
1.3. Дефляція ґрунтів.....	68
1.3.1. Види, суть і основні фактори дефляції ґрунтів.....	68
1.3.2. Класифікація дефльованих ґрунтів і районування території України за загрозою прояву дефляційних процесів.....	88
2. ЗАХИСТ ГРУНТІВ ВІД ЕРОЗІЇ І ДЕФЛЯЦІЇ.....	96
2.1. Основи ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території.....	96
2.1.1. Організація території.....	96
2.1.2. Розміщення сівозмін на ґрунтах різної інтенсивності використання.....	106
2.1.3. Спеціальні протиерозійні заходи на орних землях.....	122
2.1.4. Смугове розміщення сільськогосподарських культур.....	129
2.2. Ґрунтозахисні технології вирощування сільськогосподарських культур.....	134
2.2.1. Обробіток ґрунту на Поліссі.....	134
2.2.2. Обробіток ґрунту в Лісостепу.....	139
2.2.3. Обробіток ґрунту в Степу.....	151
2.2.4. Обробіток ґрунту в Передкарпатті, Карпатах і Закарпатті.....	164
2.2.5. Сівба сільськогосподарських культур.....	171
2.2.6. Система удобрення.....	180
2.2.7. Боротьба з бур'янами.....	202
2.2.8. Захист сільськогосподарських культур від збудників хвороб і шкідників.....	220
2.2.9. Система машин для захисту ґрунтів від ерозії і дефляції.....	231

2.3. Комплексні заходи боротьби з іригаційною ерозією ґрунтів.....	257
2.3.1. Фактори розвитку іригаційної ерозії.....	257
2.3.2. Заходи запобігання іригаційній ерозії і боротьби з нею.....	264
2.3.3. Іригаційна ерозія при дощуванні та заходи боротьби з нею.....	270
2.4. Протиерозійні гідротехнічні споруди.....	281
2.4.1. Класифікація протиерозійних гідротехнічних споруд.....	281
2.4.2. Водозатримуючі вали і вали-канави.....	283
2.4.3. Вали-тераси.....	291
2.4.4. Споруди для відведення води із ставочків водозатримуючих валів та валів-терас.....	295
2.4.5. Водоспрямовуючі споруди.....	298
2.4.6. Водоскидні споруди.....	302
2.4.7. Донні споруди.....	313
2.4.8. Протиерозійні ставки.....	320
2.4.9. Меліоративний вплив на яружні землі і круті схили з метою їх сільськогосподарського використання.....	322
2.5. Агролісомеліорація.....	325
2.5.1. Полезахисне лісорозведення.....	326
2.5.1.1. Рубки догляду в полезахисних лісових смугах.....	345
2.5.1.2. Виправлення полезахисних лісових смуг незадовільного стану.....	354
2.5.2. Лісомеліоративні заходи боротьби з ерозією ґрунту.....	357
2.5.2.1. Протиерозійні лісові насадження.....	357
2.5.2.2. Гірська лісомеліорація.....	375

Навчальне видання

**ПРИМАК Іван Дмитрович
ВАХНІЙ Сергій Петрович
БОМБА Мирослав Ярославович
ТИМОЩУК Олександр Сергійович
ГУДЗЬ Володимир Павлович
РОШКО Володимир Гаврилович
ДЕМИДАСЬ Григорій Ілліч
ТАНЧИК Семен Петрович
КРОТІНОВ Олексій Павлович
ЛУЦЮК Іван Олександрович**

ЕРОЗИЯ ТА ДЕФЛЯЦІЯ ҐРУНТІВ ТА ЗАХОДИ БОРОТЬБИ З НИМИ

*Редактор: Л.В.Міщенко
Комп'ютерна верстка: С.І. Сидоренко*

Здано до складання 15.01.2001. Підписано до друку 29.11.2001.
Формат 60x84¹/₁₆ Папір офсетний №1. Гарнітура Times new Roman.
Друк офсетний. Ум. друк. арк. 20,46. Тираж 1000 пр. Зам. 2-73.

09100. Біла Церква, Соборна площа, 8/1.
Білоцерківський державний аграрний університет.

Редакційно-поліграфічний відділ НТПБ БДАУ.
09100. Біла Церква, вул. Ярослава Мудрого, 12/7.

Вілдруковано на ВАТ "Білоцерківська книжкова фабрика",
09117, м. Біла Церква, вул. Леся Курбаса, 4.

