

УДК 631.316

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Коломієць С. М., к.т.н.,

Вершков О. О., к.т.н.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. (0619) 42-24-36

Анотація – у статті проаналізовано стан досліджень щодо екології механічного обробітку ґрунту, запропоновано використати функцію регулювання механічним обробітком як агротехнічних, так і фізичних параметрів ґрунту та наведено передумови екологічно безпечних прийомів механічного обробітку ґрунту з метою покращення екологічних властивостей орного горизонту, що сприятиме підвищенню його родючості.

Ключові слова – ґрунт, механічний обробіток, екологія, параметри ґрунту, родючість ґрунту, орний горизонт, кришення пласта, модель ґрунту, ґрунтоутворюючі фактори, механічне навантаження на ґрунт, фізика ґрунтів.

Постановка проблеми. Обробіток ґрунту є важливою ланкою у системі заходів з забезпечення високої культури землеробства. Відомо, що необхідними умовами для росту і розвитку рослин є нормальний водно-повітряний режим ґрунту, його оптимальні щільність і структура [1].

У даний час основним способом створення благоприємних для сільськогосподарських рослин властивостей ґрунту є його механічний обробіток з урахуванням місцевих особливостей ґрунтів і погодних умов.

Ґрунтово-кліматичні умови України характеризуються великою розмаїтістю. Загальними особливостями ґрунтів є недостатнє зволоження і прояв ерозійних процесів. Обробіток ґрунту повинен бути спрямований на покращення водопоглинаючої здібності ґрунту, збирання, збереження і раціональне використання ґрунтової вологи, запобігання вітрової і водної ерозій.

Інтенсивні системи землеробства, засновані на багатократних проходах по полю великих агрегатів, призвели до розширення зон вітрової і водної ерозій. Тому у середині ХХ століття в Україні отримали розвиток ґрунтозахисні системи землеробства Н. К. Шикуні і

Ф. Т. Моргуна. Але і ці системи мають ряд недоліків. Обробіток ґрунту безвідвальними плугами і плоскорізами призводить до ущільнення ґрунту на значну глибину з утворенням «плужної підшви», яка сприяє зменшенню його пористості, руйнуванню капілярної системи, тим самим перешкоджаючи росту кореневої системи рослин, надходженню вологи з нижчерозташованих горизонтів.

До негативних наслідків переущільнення ґрунту слід віднести також погіршення температурного режиму та зниження біологічної активності ґрунту [2]. Ущільнений ґрунт сильніше нагрівається у денні години, а вночі швидко охолоджується. Через великі перепади температури і порушення газообміну порушується діяльність корисних ґрунтових організмів; знижується ефективність внесених у ґрунт добрив, оскільки ґрунтові бактерії недостатньо переводять азот у доступну для рослин форму [1]. Через схильність переущільнених ґрунтів з порушеною структурою до підвищеного брилоутворення не завжди забезпечується достатня якість кришення ґрунту.

Отже, можна зробити висновок, що родючість ґрунтів поступово знижується в значній мірі також через низьку якість роботи ґрунтообробних машин. Тому на часі екологізація механічного обробітку ґрунту шляхом надання йому функції забезпечення не тільки агротехнічних, але і фізичних параметрів ґрунту.

Аналіз останніх досліджень. Значний внесок у розвиток основних питань теорії механічного обробітку ґрунту зробили праці В. П. Горячкіна, Г. Н. Синеокова, А. Н. Гудкова, М. Х. Пігулевського, Т. М. Гологурського, А. С. Кушнар'ова та ін. Систематичні дослідження процесів різання ґрунту землерийними машинами А. Н. Зеленим, Ю. А. Ветровим, М. Т. Домбровським і іншими призвели до створення наукової дисципліни «Механіка ґрунтів», яка складає значний експериментальний і теоретичний матеріал з різання ґрунтів клиноподібними робочими органами. З аналізу досліджень і наукових праць можна зробити висновок, що на даний час не розроблена наукова теорія механічних процесів обробітку ґрунту, яка б мала бути запорукою забезпечення екологічної сталості орного горизонту. Тому актуальним є висловлювання академіка В. П. Горячкіна про те, що «вопрос о деформации пласта составляет камень преткновения для всякого рода теоретических исследований» [3].

Формулювання цілей статті. Ціль статті – запропонувати надання механічному обробітку функцію регулювання як агротехнічних, так і фізичних параметрів ґрунту та навести передумови екологічно безпечних прийомів механічного обробітку ґрунту, що забезпечить, через покращення екологічних властивостей орного горизонту, підвищення родючості ґрунту.

Основна частина. Як предмет, механіка ґрунтів вивчає закономірності взаємодії робочих органів ґрунтообробних машин з ґрунтом, з урахуванням фізичних процесів, що супроводжують деформацію і руйнування, тобто відокремлення стружки від моноліту пласта, з визначенням зовнішніх і внутрішніх сил та кінематичних параметрів руху зруйнованих частин ґрунтового пласта. Термін «разрушение почвы» був введений академіком В. П. Горячкіним [4]. Однак метою механічного обробітку ґрунту є не стільки руйнування моноліту пласта ґрунту, як створення благоприємних умов для отримання врожаю, тобто забезпечення відповідних значень параметрів стану ґрунту, а саме, структури, ступеня кришення і укладання ґрунтових елементів. За висловлюванням В. П. Горячкіна у ґрунті під дією робочих органів ґрунтообробних машин відбуваються процеси стружкоутворення, а метою механічного обробітку ґрунту є отримання необхідних параметрів стружки, тобто надання ґрунту дрібногрудковатості [4].

Як будь-яке фізичне тіло ґрунт має ряд механічних, фізичних властивостей і параметрів, пов'язаних з його механічним, мінералогічним, хімічним складом та походженням. Міцність, як одна з властивостей ґрунту, характеризує його здатність чинити опір деформації і руйнуванню під дією зовнішніх сил.

Фізичні параметри стану ґрунтів, а саме, механічний склад, вологість, структура, щільність, пористість, границя міцності при різних деформаціях і інші, є величини змінні, зміна і регулювання значень яких може відбуватися через обробіток ґрунту.

Механічний склад ґрунту визначається дисперсністю твердої фази, яка суттєво впливає на здібність структуроутворення ґрунту, тобто на здібність утворювати ґрунтові агрегати. Утворення структури відбувається під впливом різних факторів: дія кореневої системи рослин, зволоження і висихання, діяльність тварин і хробаків, наявність у ґрунті гумусу.

Механічний обробіток ґрунту при оптимальній вологості забезпечує високий структуроутворюючий ефект. Структурні ґрунти мають більш високі агробіологічні показники, краще забезпечують водний, повітряний і живильний режими, мають менший опір при обробітку ґрунту. Структурність ґрунту звичайно характеризують співвідношенням

$$C = \frac{M}{B} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де М – кількість фракцій від 0,25 до 7 мм;

В – кількість фракцій від 0,25 до 10 мм.

Таким чином, знання фізико-механічних властивостей і параметрів стану ґрунту дозволяє більш правильно вибирати для кожного

грунту і його конкретного стану відповідний тип ґрунтообробної машини, параметри і режими роботи робочих органів.

Про необхідність знання фізики ґрунтів «для отыскания наиболее эффективных путей и приемов оптимизации почвенных условий жизни растений и полезных микроорганизмов» відзначає у своїх працях відомий вчений І. Б. Ревут [5]. Прикладом не врахування законів фізики ґрунтів є розроблена В. Р. Вільямсом травопільна система землеробства, тому її впровадження на великій території орних земель викликало безліч негативних процесів [6]. В. Р. Вільямс запропонував оранку з оборотом пласта відвальним плугом з передплужником. Він рахував, що верхній шар ґрунту поступово втрачає структуру, а структура більш глибоких горизонтів відновлюється кореневою системою культурних рослин, в першу чергу багаторічних трав; нижній оструктурений шар при зяблевій оранці піднімається вгору, а верхній як такий, що втратив структуру, скидається передплужниками униз.

Багато вчених відкидали положення про різке погіршення фізичних і агротехнічних властивостей верхньої частини орного шару і, навпаки, стверджували, що кращій родючості відповідають властивості верхнього шару. Досліди І. Б. Ревута довели, що на протязі вегетаційного періоду у верхній частині орного шару ґрунту, через вплив на нього сонячного світла, тепла, мікрофлори, кисню повітря, коренів однорічних рослин, створюються більш благоприємні фізичні і агрохімічні умови, ніж у нижньому шарі. Завдяки цьому досить швидко була впроваджена більш прогресивна система безвідвального обробітку ґрунту та знята заборона на застосування у рільництві фрезерних і ротаційних машин.

З подальших досліджень вчених були зроблені висновки: фрезерування забезпечує більш досконале кришення ґрунту, ніж відвальний плуг та створює благоприємні умови для життєдіяльності мікроорганізмів; перемішування усіх шарів ґрунту фрезою підвищує родючість орного шару [7, 8].

З досліджень вітчизняних та закордонних вчених, щодо впливу оранки ротаційним плугом на фізичні та агробіологічні властивості ґрунту, отримані висновки [9]:

- забезпечується більш якісний обробіток ґрунту;
- ротаційний плуг успішно працює незалежно від погодних умов;
- не створюється ущільнена підшва, що забезпечує негативний вплив на урожай.

Важливе значення для визначення і корегування впливу механічного обробітку на ґрунт, у тому числі і його екологію, має вибір розрахункової моделі ґрунту, яка б найбільш повно відповідала властиво-

стям реального ґрунту. Так як ґрунт у природному стані не є монолітним, а має складну будову, то вибір розрахункової моделі, котра давала б можливість прогнозувати його реакцію на зовнішні силові впливи, є досить складним. У механіці ґрунтів прийнято допускати деякі спрощення: усе різноманіття моделей ґрунтів можна звести до двох основних моделей: суцільного і дискретного середовища [10].

Прийнято вважати, що суцільне середовище безперервно заповнює розглядану частину простору. Щільність ρ такого середовища визначають як границю відношення маси Δm , що міститься у деякому об'ємі Δv , до величини цього об'єму, коли він прямує до нуля

$$\rho = \lim_{\Delta v \rightarrow 0} \frac{\Delta m}{\Delta v}. \quad (2)$$

Дослідження В. П. Горячкіна з «теорії розрушення почvy» базуються на уявленні ґрунту як суцільного середовища з ізотропними властивостями і не відбивають будову і властивості реального ґрунту, а виведена ним раціональна формула сили тяги плуга не розкриває фізичної суті процесів різання ґрунту [3]. Очевидно, що уявлення про суцільне середовище суперечить даним про дисперсну структурну будову реального ґрунту. Але, не зважаючи на цю суперечність, модель суцільного середовища широко використовується в механіці ґрунтів, так як це значно спрощує математичний опис законів руху деформованого ґрунту. Проте, у сучасній модернізованій суцільній моделі ґрунту враховуються властивості пористості і багатофазності будови ґрунту, як у нескінченно малому об'ємі, так і у скінченному об'ємі, а її поведінка підкорюється законам механіки суцільного середовища.

Дискретне середовище уявляється у вигляді системи безлічі окремих мікроскопічних і макроскопічних часток, зв'язаних між собою міжагрегатними зв'язками. Через це у дискретних середовищах під впливом зовнішнього навантаження треба враховувати деформації скелета і водноповітряних фаз, що заповнюють пори. Дискретні моделі більш відповідають властивостям реальних ґрунтів, але моделі суцільного середовища мають перевагу у вигляді простоти виконання розрахунків. Поведінку дискретного середовища вивчає статистична механіка на основі теорії ймовірностей і математичної статистики. Однак питання деформації ґрунтів, як дискретних середовищ, та її впливу на екологічні властивості ґрунтів на даний час ще недостатньо відображені у науковій літературі.

Через погіршення екологічного стану землеробства ще у ХХ столітті у багатьох країнах проходили дослідження і випробування нові ґрунтозахисні технології, основу яких складали: зменшення до мінімуму кількості і глибини обробітків ґрунту, регулювання стоку дощової і талої води, незагортання частини стерні з метою підвищен-

ня ерозійної стійкості поверхні поля. Однак дослідження показали, що не всі нові технології можуть розв'язати проблему екологізації землеробства.

Механічний обробіток ґрунту, який складає основу усіх технологій, через двоякий характер впливу на ґрунт може бути причиною погіршення екологічного стану ґрунту. З одного боку, механічний обробіток ґрунту, для забезпечення благоприємних умов росту рослин, повинен надавати оброблюваному шару ґрунту оптимальне кришення і будову, а з другого – призводить до руйнування структури ґрунту, порушення повітряної і водної рівноваги під час обробітку перезвожених або пересохлих ґрунтів, посилення мінералізації органічних речовин. Таким чином, механічний обробіток, в залежності від способу, глибини і періодичності обробітку, є потужним джерелом регулювання як ґрунтоутворюючих, так і ґрунторуйнуючих процесів.

Під екологією орного горизонту маємо на увазі ступінь відхилення фізичних і агробіологічних параметрів ґрунту, через механічні впливи, від оптимальних параметрів вимог життєдіяльності сільськогосподарських рослин. Очевидно, що екологізація механічного обробітку передбачає посилення ґрунтоутворюючих факторів, а саме:

- забезпечення необхідної будови обробленого шару: розсипчастого верхнього та ущільненого нижнього ложа для насіння;
- оптимальне кришення ґрунту зі збереженням оптимальної щільності укладання обробленого шару ґрунту;
- збереження і накопичення ґрунтового гумусу;
- розущільнення орного і підорного горизонтів ґрунту;
- збільшення шару ґрунту, що займають корені рослин;
- забезпечення оптимальних умов для життєдіяльності живого ґрунтового середовища: мікрофлори і мікрофауни;
- максимальний супротив ерозійним процесам: змиву і видуванню родючого шару ґрунту.

Подальші інтенсифікація і енергонасиченість землеробства неминуче ведуть до посилення навантаження на орний шар ґрунту та погіршення його екологічного стану, що, у кінцевому підсумку, призведе до погіршення родючості ґрунту. Надмірний механічний обробіток ґрунту є головною причиною порушення природних природоохоронних процесів з саморегулювання потенційної родючості ґрунту.

Негативний вплив механічного обробітку ґрунту на екологічні властивості орного горизонту посилюється тим, що кришення пласта майже всіма робочими органами сучасних ґрунтообробних машин досягається в основному за рахунок деформації стиску, при якій потребується у 10...20 разів більше зусилля, ніж при розтягу або зсуві [11]. Зрозуміло, що негативний вплив від механічного обробітку на еколо-

гічні властивості ґрунту може бути не меншим, ніж від ущільнення ґрунту рушіями мобільних сільськогосподарських машин. Тому виникає необхідність встановлення критеріїв екологічно безпечного механічного навантаження на ґрунт. Однак, поки що не визначено, які оціночні показники механічного обробітку повинні складати основу екологічних критеріїв. Тому, з метою покращення екологічної сталості орного шару ґрунту, враховуючи досвід попередніх наукових досліджень і розробок, можна на сьогодні лише орієнтовно окреслити передумови екологічно безпечних прийомів механічного обробітку ґрунту, а саме:

- майже повсякчас проводити оранку без обороту пласта;
- відвальну оранку проводити періодично з інтервалом у 2...3 роки;
- періодично з інтервалом у 3...4 роки, проводити глибоке пушення орного і підорного шарів ґрунту з метою ліквідації «плужної підшви» та покращення надходження вологи з нижчерозташованих горизонтів;
- зменшувати, при можливості, глибину і число інтенсивних обробітків ґрунту, наприклад, шляхом заміни оранки мілким передпосівним обробітком;
- проводити мульчування поверхні поля, залишаючи незагорнену частину стерні, ґрунтові грудки, рослинні залишки;
- вести пошук нових форм знарядь, які б мали працювати без використання деформації стиску, але з використанням деформації розтягу, зсуву або кручення.

Висновки. Наведені у статті теоретичні положення щодо екологічно безпечних прийомів механічного обробітку ґрунту, що враховують фізичні та агробіологічні параметри ґрунту, можуть бути використані у подальшому при розробці новітніх безпечних прийомів обробітку ґрунту та у нових конструкціях ґрунтообробних машин, що підвищать якість їхньої роботи.

Література

1. Физические факторы в растениеводстве / М. Ф. Трифонова, О. В. Бляндур, А. М. Соловьев и др. – М.: Колос, 1998. – 352 с.
2. Бабаков В. П. Глубокое рыхление почв / В. П. Бабаков // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1990. – №1. – С. 130-135.
3. Горячкин В. П. Собрание сочинений / В. П. Горячкин. – Т. 1. – Общая теория орудий. – М.: Колос, 1965. – 192 с.
4. Горячкин В. П. Собрание сочинений / В. П. Горячкин. – Т. 2. Теория разрушения почв. – М.: Колос, 1965. – 258 с.
5. Ревут И. Б. Физика почв / И. Б. Ревут. – Л.: Колос, 1972. – 368 с.

6. *Вильямс В. Р.* Основы земледелия: сб. соч. / *В. Р. Вильямс.* – М., 1948. – 502 с.

7. *Панов И. М.* Основные пути снижения энергозатрат при обработке почвы / *И. М. Панов, Н. М. Орлов* // Тракторы и сельхозмашины. – 1987. – №8. – С. 27-30.

8. *Ревут И. Б.* Фрезерная обработка почвы и ее влияние на биологическую активность: сб. тр. АФИ / *И. Б. Ревут, Л. Д. Козлова.* – Л.: Колос, 1967. – С. 16-19.

9. *Седнев Н. А.* Анализ работы ротационного рыхлителя / *Н. А. Седнев* // Тракторы и сельхозмашины. – 1983. – №4. – С. 12-14.

10. *Гольдштейн М. Н.* Механические свойства грунтов / *М. Н. Гольдштейн.* – М.: Стройиздат, 1976. – 375 с.

11. *Гуков Я. С.* Обробіток ґрунту. Технологія і техніка / *Я. С. Гуков.* – К.: Нора-Прінт, 1999. – 280 с.

ЭКОЛОГИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Коломиец С. М., Вершков А. А.

Аннотация – в статье проанализировано состояние исследований по экологии механического возделывания почвы, предложено использовать функцию регулирования механической обработкой как агротехнических, так и физических параметров почвы и приведены предпосылки экологически безопасных приемов механической обработки почвы с целью улучшения экологических свойств пахотного горизонта, что будет способствовать повышению его плодородия.

GREENING MECHANICAL TILLAGE

S. Kolomiyets, A. Vershkov

Summary

The article analyzes the state of research on the ecology of the mechanical cultivation of the soil, it is proposed to use the function regulirovania machining as agronomic and physical soil parameters and the preconditions of environmentally friendly techniques of mechanical treatment of soil to improve the ecological properties of arable horizon, which will increase its fertility.