УДК 631.43:502.6

Козішкурт С. М., к.т.н., доцент (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

АГРОФІЗИЧНА ДЕГРАДАЦІЯ МЕЛІОРОВАНИХ ҐРУНТІВ І ЗАХОДИ З ЇХНЬОГО ОКУЛЬТУРЕННЯ

Наведені причини і наслідки агрофізичної деградації та обґрунтування глибокого розпушування як основного заходу з поліпшення водно-фізичних властивостей меліорованих ґрунтів.
***Ключові слова*: ґрунт, родючість, деградація, окультурення, глибоке розпушування.**

Ґрунт та його родючість становлять матеріальну базу і основне багатство країни. Однак, інтенсифікація сільськогосподарського виробництва призвела до збільшення втрат гумусу та погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунтів (ущільнення, декарбонізації, засолення, залуження). Проаналізуємо причини і наслідки деградаційних процесів.

До основних чинників деградації ґрунтів можна віднести: їхній інтенсивний механічний обробіток, використання важкої агротехнічної і меліоративної техніки, недотримання водного і поживного режимів.

Зазначимо, що ущільнення ґрунту залежить від декількох факторів.

У коліях після проходу важкої техніки, особливо колісного типу, щільність ґрунту на глибині 30 см може досягати 1,45…1,50 т/м^3, тобто, порівняно з неущільненим аналогом, вона зростає в середньому на 0,20…0,25 т/м^3. Вміст повітря при цьому майже вдвічі нижчий за критичний, твердість ґрунту зростає в 3…4 рази, а водопроникність знижується в 3…5 разів. Різко зменшується шпаруватість ґрунту, спостерігається збільшення окремих його агрегатів. Негативні наслідки ущільнення, залежно від ґрунту, спостерігаються до глибини 50 см (В.В. Медведєв, 1982 р.).

Схильність ґрунту до ущільнення, насамперед, залежить від гранулометричного складу і стану зволоження на час обробітку, що визначають потенційну стійкість ґрунтів проти деформації. Відомо, що найбільше ущільнюються вологі ґрунти важкого гранулометричного складу, і набагато менше – сухі та легкого складу.

Ступінь ущільнення ґрунту можна наглядно визначити за його здатністю вбирання поливних вод, наявністю калюж тривалий час, запливання верхнього шару ґрунтів. На осушувальних системах навіть у місцях над дренами спостерігається тривале перезволоження ґрунтів і вимокання рослин.

Збільшення кількості зволожень ґрунтів при їхній гідромеліорації призводить до розбавлення і виносу біологічних речовин і гумусу та переміщення їх вниз по ґрунтовому профілю, збільшення гумусового горизонту, але погіршення ступеня його родючості.

За рахунок виносу дрібних глинистих часток із верхнього шару в ґрунті змінюється гранулометричний склад, збільшується частка фізичного піску, зменшується вологоємність і підвищується щільність.

Ущільненню також сприяє вимивання кальцієвих сполук, що призводить до запливання ґрунтів та закупорки шпарин підорного шару через збільшення кількості низькоагрегованого мулу й появі супердисперсності в розбухлих при поливі мінералах.

При поливі ґрунтів вода накопичується в орному шарі, ґрунт набухає, створюються анаеробні умови, в яких рослини погано розвиваються. У подальшому, при сухій та жаркій погоді, вода швидко випаровується, ґрунт розтріскується, що призводить до значних непродуктивних втрат поливної води, підвищення капілярного підняття ґрунтових вод і розвитку процесу вторинного засолення та солонцювання ґрунтів.

Проаналізувавши причини і наслідки агрофізичної деградації, визначаємо комплекс заходів з окультурення ґрунтів.

Під окультуренням ґрунтів розуміється збільшення потужності орного горизонту і збагачення органічною речовиною при насиченні ґрунтово-поглинаючого комплексу катіонами кальцію і магнію. Це призводить до створення і підтримання агрономічно цінної грудкуватої і зернистої структури (агрегати діаметром 0,5…10 мм). Така структура обумовлює сприятливі фізичні властивості ґрунту (водні, повітряні, термічні) і пов’язаний з ними хімізм, а також сприятливий розвиток мікробіологічних процесів.

Водно-фізичні властивості ґрунту залежать від наявності фізичної глини та діаметрів зерен ґрунту по фракціях. Порядок визначення середньозваженого радіусу зерен твердої фази для мінеральних ґрунтів суглинистого гранулометричного складу наведений у таблиці 1.

Теоретично ступінь ущільнення характеризується схемою взаємного розтушування зерен твердої фази ґрунту. Ці схеми можна зобразити як «трикутник» (ущільнений ґрунт) або «квадрат» (розпушений ґрунт).

Як видно зі схеми розташування зерен ґрунту (табл. 2), об’єми між центрами кульок дорівнюють в ущільненому ґрунті $V_1 = 2\sqrt{3} \cdot R^3$, а в розпушеному $V_3 = 8 \cdot R^3$ (де R – середньозважений радіус зерен

ґрунту, мм), об'єми твердих часток ґрунту становлять відповідно $V_2 = \frac{5}{6} \cdot \pi \cdot R^3$ та $V_4 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$, а об'єми шпарин відповідно $V = 0{,}84 \cdot R^3$ та $V = 3{,}8 \cdot R^3$.

Таблиця 1

Порядок визначення середньозваженого радіусу зерен твердої фази ґрунту

Діаметр зерен ґрунту по фракціях, d, мм	Середній діаметр зерен ґрунту, $d_{ср}$, мм	Вміст фракції зразка ґрунту, α, %	Добуток $d_{ср} \cdot \alpha$	Середньозважений радіус зерен ґрунту, R, мм
0,5…0,25	0,38	α_1	$0{,}38 \cdot \alpha_1$	$R = \frac{\sum_1^4 d_{ср} \cdot \alpha}{2 \cdot 100}$
0,25…0,10	0,18	α_2	$0{,}18 \cdot \alpha_2$	
0,10…0,05	0,075	α_3	$0{,}075 \cdot \alpha_3$	
< 0,05	0,027	α_4	$0{,}027 \cdot \alpha_4$	

Згідно розрахунків, шпаруватість в ущільненому стані ґрунту становить 24% від його об'єму, а в розпушеному – 47%. Площа поперечного перерізу шпарин в ущільненому ґрунті рівна $f = 0{,}16 \cdot R^2$ в розпушеному $0{,}86 \cdot R^2$, а приведені радіуси шпарин відповідно $0{,}23 \cdot R$ та $0{,}52 \cdot R$.

Отже, при розпушуванні ґрунту його шпаруватість збільшується на 50%.

Окрім того, зміна діаметрів шпарин при ущільненні ґрунту впливає на висоту капілярного підняття ґрунтових вод.

Закономірність цієї зміни можна встановити за допомогою рівняння Лапласа, згідно якого капілярний тиск ґрунтової води, що змочує шпарину, буде дорівнювати

$$P = \frac{2 \cdot a}{r}, \text{ дін/см}^2, \quad (1)$$

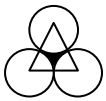
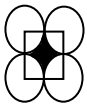
де P – капілярний тиск води, дін/см^2; a – поверхневий натяг, який при температурі води 10…15°С дорівнює 74 дін/см; r – радіус меніска, який можна прийняти рівним радіусу капіляра, см.

Під дією цього тиску вода в шпарині ґрунту піднімається на висоту h, при якій маса піднятого стовпа ґрунтової води буде рівна силі капілярного тиску P та буде становити

$$P = h \cdot \rho \cdot g, \text{ дін/см}^2, \quad (2)$$

Таблиця 2

Визначення основних характеристик ґрунту в ущільненому та розпушеному стані

Показники	Стан ґрунту	
	ущільнений ґрунт	розпушений ґрунт
Схема взаємного розташування зерен ґрунту		
Об'єм між центрами зерен ґрунту, мм^3	$V_1 = 2\sqrt{3} \cdot R^3$	$V_3 = 8 \cdot R^3$
Об'єм твердих частин між центрами зерен ґрунту, мм^3	$V_2 = \frac{5}{6} \cdot \pi \cdot R^3$	$V_4 = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot R^3$
Об'єм шпарин між центрами зерен ґрунту, мм^3	$V = V_1 - V_2$, $V = 0{,}84 \cdot R^3$	$V = V_3 - V_4$, $V = 3{,}8 \cdot R^3$
Площа поперечного перерізу шпарин, мм^2	f=0,16·R^2	f=0,86·R^2
Приведений радіус шпарин, мм	r=0,23·R	r=0,52·R
Шпаруватість, %	$A = \frac{0{,}84 \cdot R^3 \cdot 100}{2\sqrt{3} \cdot R^3} = 24$	$A = \frac{3{,}8 \cdot R^3 \cdot 100}{8 \cdot R^3} = 47$
Висота капілярного підняття, мм	$h = \frac{15}{0{,}23 \cdot \mathrm{R}}$	$h = \frac{15}{0{,}52 \cdot \mathrm{R}}$

де h – висота капілярного підняття ґрунтової води, см; ρ – щільність ґрунтової води (можна прийняти 1,0 г/см^3); g – прискорення сили тяжіння, яка дорівнює 981 см/с^2.

Тоді рівняння набуде вигляду

$$h \cdot \rho \cdot g = 2 \cdot a / r. \quad (3)$$

Звідси висота капілярного підняття ґрунтової води рівна

$$h = \frac{2 \cdot a}{\rho \cdot g \cdot r}. \quad (4)$$

Величина $\frac{2 \cdot a}{\rho \cdot g}$ називається сталою капілярною, позначається a^2 ($мм^2$), а її значення можна прийняти 15 $мм^2$ ($2 \cdot 74/1 \cdot 9{,}81 \approx 15$).

Отже, висота капілярного підняття ґрунтової води буде дорівнювати

$$h = \frac{a^2}{r} = \frac{15}{r} = \frac{30}{d}, \quad (5)$$

де r і d – відповідно приведений радіус та діаметр шпарини у ґрунті, мм.

Згідно розрахунків (табл. 2) знаходимо, що при глибокому розпушуванні ґрунту або меліоративній оранці висота капілярного підняття ґрунтових вод зменшиться на 44 % відповідної висоти при ущільненому стані ґрунту.

Наведені судження можуть бути враховані і використані при визначенні методів меліорації незасолених і засолених (солонцевих) земель.

З практики меліорації солонців і солончаків відомо, що для підвищення їхньої родючості застосовують хімічні, гідротехнічні й агротехнічні прийоми, включаючи внесення хімічних меліорантів, органічних і мінеральних добрив, промивку від надлишку солей, різні способи обробітку ґрунту, підбір культур тощо. Але обов'язковою умовою проведення перерахованих прийомів є поліпшення водно-фізичних властивостей ґрунту, яке досягається шляхом глибокого розпушування.

Глибоке розпушування, в якості агромеліоративного заходу, стало широко застосовуватися з 50-х років минулого століття. Значний досвід у цій області накопичений в США, Франції, Угорщини та інших країнах. Наприклад, у США різними безвідвальними розпушувачами в 1972 р. оброблювалося 12 млн га, в 1982 р. більше 40 млн га, а на сьогодні такий обробіток застосовується на 90...93% всіх земель, що використовуються у сільському господарстві.

Поглиблення орного шару ґрунту, або збільшення глибини гумусового горизонту, особливо на ґрунтах, де товщина гумусового прошарку невелика, до недавнього часу вважалось одним із основних напрямків покращання родючості та окультурення ґрунту. Хоча останнім часом значення поглиблення орного шару низкою науковців ставиться під сумнів, цей захід, безперечно, для певних ґрунтів залишається до-

сить актуальним (дерново-підзолисті, сірі лісові, солонцюваті тощо).

Періодичність проведення глибокого розпушування залежить від видів ґрунтів та будови їхнього профілю.

На солонцевих ґрунтах, котрі мають низький коефіцієнт фільтрації (<0,1 м/добу) і малу повітряну ємність (<40% шпаруватості), глибоке розпушування слід проводити через 2-3 роки (в окремих випадках – щорічно) до повної їхньої меліорації.

На незасолених важких ґрунтах розпушування слід проводити через 3-4 роки.

Глибина розпушування ґрунтів залежить від ступеня їхнього засолення й ущільнення. На слабозасолених ґрунтах ця глибина становить 0,4...0,6 м, на більш засолених і солончаках та ущільнених ґрунтах із щільністю більше 1,40…1,50 т/м^3 – 0,8...1,0 м.

На ґрунтах, що по глибині профілю мають водонепроникні прошарки (глинисті, гіпсові, залізисті або карбонатні) розпушування проводять на глибину, що більша їхнього залягання.

Глибоке розпушування при промивці засолених земель підвищує розчинність солей, скорочує період проведення промивок, значно економить об’єм промивних вод.

При глибокому розпушуванні зменшується висота капілярного підняття рівня мінералізованих ґрунтових вод і критична глибина їхнього залягання та небезпека вторинного засолення ґрунтів. У результаті чого можна зменшити глибину закладання горизонтального дренажу, об’єми земляних робіт при його влаштуванні та навантаження на дренажні системи.

Отже, наведені в роботі показники, що характеризують агрофізичний стан меліорованих ґрунтів, можуть бути використані як для діагностики рівнів фізичної деградації, так й обґрунтування заходів із їхнього окультурення.

Напрямком покращання родючості та окультурення ґрунту є глибоке розпушування. Воно не лише покращує водно-фізичні, але й хімічні та термічні властивості меліорованих земель. При цьому забезпечується значна економія поливної води. Окрім того, глибоке розпушування залучає в обмінні реакції наявні у ґрунті кальцієві сполуки, в процесі яких проходить витіснення іонів натрію з ґрунтового поглинаючого комплексу, за рахунок чого зменшується солонцюватість ґрунту.

1. Родючість ґрунтів (моніторинг та управління) / за ред. В. Медведєва. – Київ : Урожай, 1992. – 240 с. **2**. Бирюков Н. С. Методическое пособие по определению физико-механических свойств грунтов / Бирюков Н. С., Казарновский В. Д.,

Мотылев Ю. Л. – М. : Недра, 1975. – 176 с. **3**. Комплексная мелиорация солончаковых и солонцовых почв при орошении / под ред. А. А. Сидько. – М. : Агропромиздат, 1985. – 136 с. **4.** Почвы Украины и повышение их плодородия. Т. 1. Экология, режимы и процесы, классификация и генетико-производственные аспекты / под ред. Н. И. Полупана. – К. : Урожай, 1988. – 296 с. **5**. Ковда В. А. Почвенный покров. Его улучшение, использование и охрана / В. А. Ковда. – М. : Наука, 1981. – 186 с.

Рецензент: д.т.н., професор Рокочинський А. М. (НУВГП)

Kozishkurt S. M., Candidate of Engineering, Associate Professor (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

AGROPHYSICAL DEGRADATION OF RECLAMATED SOILS AND MEASURES FOR THEIR IMPROVEMENT

The causes and effects of agrophysical degradation are displayed and substantiation of the deep loosening as a basic measure for water and physical properties improvement of the reclaimed soils is conducted.
***Keywords*: soil, fertility, degradation, improvement, deep loosening.**

Козишкурт С. Н., к.т.н., доцент (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

АГРОФИЗИЧЕСКАЯ ДЕГРАДАЦИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ПОЧВ И МЕРОПРИЯТИЯ ПО ИХ ОКУЛЬТУРИВАНИЮ

Приведены причины и последствия агрофизической деградации и обоснования глубокого рыхления как основной меры по улучшению водно-физических свойств мелиорированных почв.
***Ключевые слова*: почва, плодородие, деградация, окультуривание, глубокое рыхление.**