

ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ СТРУКТУРОУТВОРЕННЯ В ҐРУНТАХ**П. М. Забродський**, кандидат технічних наук*Житомирський національний агроекологічний університет*

Одним із факторів, які визначають родючість ґрунтів, є наявність ньому достатньої кількості агрономічно-цінних водотривких агрегатів. Розглянуті енергетичні залежності між частинками ґрунту. Визначені необхідні умови для утворення водотривких агрегатів для малозв'язних мінеральних дерново-підзолистих ґрунтів Полісся.

Проблема. Відомо, що одним з найважливіших показників фізичного стану родючості ґрунтів є структура ґрунту. Вона визначає сприятливу будову орного шару ґрунту, його водні, фізико-механічні і технологічні властивості, водно-гідрологічні константи і протиерозійну стійкість. Родючість ґрунту забезпечується при наявності в ньому достатньої кількості агрономічно-цінних водотривких агрегатів. Найбільш сприятливі для рослин фізичні властивості утворюються в ґрунті, основу якого складають агрегати величиною 0,25 – 3 мм, а кількість пилюватих частинок не перевищує 15%. В процесі механічного обробки ґрунту одночасно відбуваються два процеси – руйнування структури ґрунту і структуроутворення. В залежності від того який процес переважає відбувається або розпорушення ґрунту, що може привести до підсилення його деградації, або, навпаки, його агроструктура поліпшується і, відповідно, підвищується родючість. Баланс між цими процесами залежить від багатьох факторів. Серед них одним із найважливіших є напружений стан ґрунту під час механічного обробки. Значну територію Полісся України займають малозв'язні мінеральні дерново-підзолисті ґрунти, водотривкі ґрунтові агрегати в яких легко руйнуються при механічному обробки. Це вимагає особливо ретельного підходу при виборі способів механічного обробки і відповідних знарядь. Напружений стан ґрунту при механічному обробки таких ґрунтів повинен зміщувати баланс між процесами в бік структуроутворення.

Мета досліджень. Розробка математичної моделі напруженого стану ґрунту, яка дозволяє вивчити вплив механічного обробки ґрунту на процеси структуроутворення.

Результати досліджень. З енергетичної точки зору фізико-механічні властивості ґрунту визначаються природою і величиною сил зчеплення частинок ґрунту одна з одною, а також кількістю поміжчастинкових контактів в одиниці об'єму системи [1]. Первинним актом структуроутворення є виникнення контакту поміж сусідніми частинками дисперсної фази, а кінцевий результат являє собою виникнення просторової структури, яка охоплює весь ґрунтовий профіль. Кількість і характер контактів є найважливішими структурними характеристиками агрономічно-цінних водотривких агрегатів. Вони діляться на такі типи: коагуляційні рідинні, які виникають при наближенні частинок на відстань, яка відповідає вторинному мінімуму енергетичної кривої потенційної взаємодії частинок ґрунту і здійснюється далекодіючими вандерваальсовими силами через тонкі прошарки дисперсійного середовища, яким у даному випадку є вода; перехідні (молекулярно-точкові) контакти поміж частинками утворюються у місцях з найменш компенсованими молекулярними силами при розриві сольфатного прошарку; конденсаційні (кристалізаційно-цементаційні), або фазові контакти є результатом переходу структури ґрунту з молекулярно-точковими контактами в якісно новий стан. В утворенні ґрунтових агрегатів приймають участь всі три типи контактів. Поряд із вказаними в ґрунтах утворюються специфічні цементаційно-фазові контакти. Вони пов'язують між собою органомінеральні фракції мікроагрегатів, неагреговані пиловані і піщані частинки

грунтів і формують з них водостійкі ядра, які є основною функціональною одиницею агрегатної структури ґрунтів.

Для двох взаємодіючих сферичних частинок енергію зв'язку між частинками можна визначити за формулою [2]:

$$u_{зв} \approx \pi r h_0 U_{mol}(h_0),$$

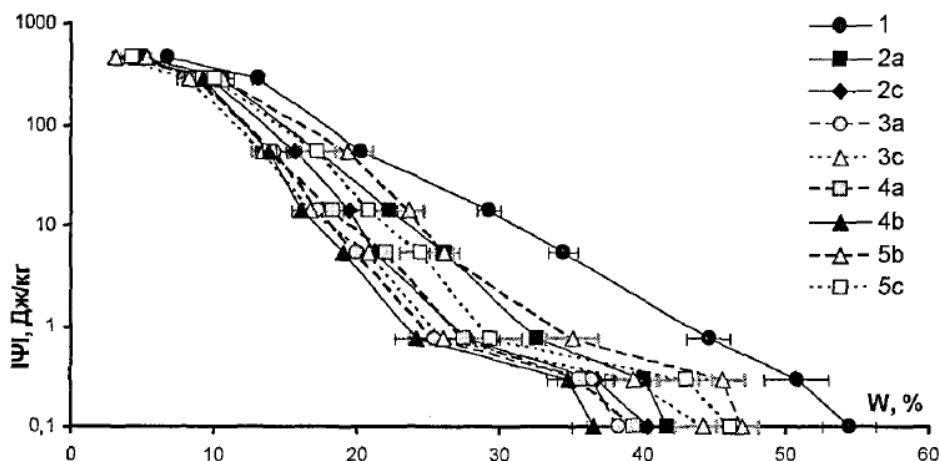
де r - радіус частинок; h_0 - товщина тонкої плівки дисперсійного середовища, що їх розділяє; U_{mol} - глибина первинного потенційного мінімуму.

Для різних ґрунтів, характерних для території Полісся України ця енергія має різне значення:

Таблиця 1. Енергія $u_{зв}$ зв'язку і кількість контактів χ між частинками різних типів ґрунту

Ґрунт	$u_{зв} \cdot 10^{-19} \text{Дж}$	$\chi \cdot 10^9 \text{конт/см}^2$
Дерново-підзолисті	1,05	0,53
Дерново-слабопідзолисті	1,26	1,22
Світло сірі лісові	1,32	1,47
Сірі лісові	1,45	1,86

Із збільшенням вмісту гумусу в агрегатах ґрунтів відбувається закономірне збільшення енергії зв'язку між взаємодіючими частинками ґрунтів, і кількість контактів χ . Це підтверджується і дослідженнями [3] по визначенню інтегральної енергії водоутримання, яка визначалась числовим інтегруванням експериментально отриманих основних гідрофізичних характеристик



1 – цілина; 2 – чистий пар беззмінно (а – NPK+ гній+вапно; с – без добрив); 3 – пар беззмінно (а – гній; с – без добрив); 4 - картопля беззмінно (а – гній; b – вапно); 5 – жито беззмінно (b – вапно; с – без добрив)

Рис.1. Основні гідрофізичні характеристики верхнього горизонту дерново-підзолистого ґрунту при різних культурах і добривах

Водотримувальність агрегатів ґрунту визначається міцністю водостійкого каркаса, утвореного шляхом зчеплення один з одним високодисперсних органо-глинистих частинок, і міцністю водостійких ядер, в яких мікроагрегати і неагреговані частки ґрунтів пов'язані фазовими цементаційними контактами, що утворюються при коагуляції і дегідратації органо колоїдів. Міцність водостійких ядер в 1,5 - 2,0 і більше разів перевищує міцність каркаса. Під дією механічних напружень, що перевищують допустимі, каркас в агрегатах руйнується, і відбувається розпад їх на водостійкі ядра. Для поновлення каркаса і утворення нових конденсаційних контактів необхідно подолати потенційний енергетичний бар'єр ΔE . В природних умовах це

може бути досягнуто за період часу, який для деяких типів ґрунтів може складати десять і більше років.

Для утворення водотривких агрегатів ґрунту необхідно, щоб частинки ґрунту розташовувалися як можна ближче. У природі цю задачу вирішують процеси гідратації і дегідратації. На стадії повного набухання ґрунтів у ґрунті виникає такий напружений стан, при якому створюються найбільш сприятливі умови для електростатичної взаємодії гумусових кислот з бічними сколами глинистих частинок і утворенням водотривких агрегатів ґрунту з урахуванням того, що при цьому відбувається розкриття мікроагрегатів глинистих частинок. Однак цей процес можна створити і штучно. Так у дослідженнях проведених В.А Ковдою [4] на сірому лісовому ґрунті використовували штамп площею 663 см² зі зростаючим тиском (50, 125 і 200 кПа). Результати дослідів представлені у табл. 2.

Таблиця 2. Зміна кількості водотривких агрегатів в залежності від навантаження на ґрунт

Вологість, %	Глибина, см	Контроль	Навантаження, кПа		
			50	125	200
21 - 23	0 - 10	25,0	26,5	31,0	33,4
	10 - 20	30,8	32,6	44,8	43,3
14 - 16	0 - 10	22,2	25,8	30,8	33,2
	10 - 20	38,9	40,9	42,1	42,6

Таким чином, у всіх випадках у порівнянні з контролем спостерігалось збільшення кількості водотривких агрегатів, при чому їх кількість збільшувалась зі збільшенням навантаження на ґрунт. Із трьох класичних схем деформування і руйнування ґрунту під час механічного обробітку [5] саме друга схема забезпечує умови при яких баланс між процесами руйнування структури ґрунту і структуроутворення зміщується в бік структуроутворення. Для вивчення роботи цієї схеми розроблена математична модель напруженого стану ґрунту при одночасному впливі на ґрунт двох розподілених навантажень, яка дозволяє проектувати ґрунтообробні знаряддя з урахуванням конкретних типів ґрунту, що обробляється.

Висновки. В процесі механічного обробітку ґрунту необхідно створити в ґрунті такий напружений стан, при якому баланс між процесами руйнування структури ґрунту і структуроутворення зміщується в бік структуроутворення. Ґрунтообробні знаряддя повинні забезпечити такі умови в ґрунті, при яких долається потенційний енергетичний бар'єр ΔE і утворюються нові конденсаційні контакти між частинками ґрунту і, відповідно, водотривкі агрегати ґрунту. Це особливо важливо в умовах характерних для території Полісся України малозв'язних мінеральних дерново-підзолистих ґрунтів.

Література:

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
2. Хан К.Ю., Поздняков А.И., Сон Б.К. Агрегатная структура почв: энергетическая концепция, механизмы образования и характеристика функциональной устойчивости. //Российско-Корейская научная конференция. Иркутская область, п. Листвянка. 2010, с.16-18.
3. Назарова Т. В. Динамика органического вещества и энергетическое состояние влаги в почвах.// Тез. докл. VIII международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам «Ломоносов-2001», секция «Почвоведение», М., 2001, С. 84
4. Переуплотнение пахотных почв. /Под ред. В.А. Ковда. – М.: Наука, 1987. – 308 с.
5. Шелудченко Б.А. Агромеханіка ґрунтів. – Житомир, Полісся, 1992. – 249 с.