

УДК 631.431: 631.171

КРИЗА МЕХАНІКИ АГРОГРУНТІВ

Смільський В.В

Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка

У статті наводяться аргументи, які демонструють кризовий стан сучасної механіки агроґрунтів. Криза проявляється в тому, що вона не зуміла знайти ефективні рішення насущних проблем аграрного виробництва, і принципово обмежена у своїх методах. В той же час сучасна наука володіє методологією, яка поки що недостатньо використовується для вирішення технологічних завдань у сільському господарстві, але проявила себе в інших галузях знань.

Arguments which demonstrate the crisis state of modern of mechanics of soil are presented in the article. A crisis shows up in that being adopted from mechanics of travelling soils it did not manage to find the effective decisions of vital problems of agrarian production, and on principle limited in the methods. At the same time modern science owns methodology which so far is not enough utilized for the decision of technological tasks in agriculture, but already proved in many fields of knowledge's.

Постановка проблеми

Сучасне ґрунтознавство досягло глибокого пізнання механізмів організації і функціонування агроґрунтів аж до молекулярного, а наука про їх механічні властивості з часів І. Комова та В. П. Горячкіна не запропонувала принципово нової форми здобування та організації знання і продовжує користуватися класичними методами механіки суцільного середовища, запозиченими з дорожнього будівництва. Так і залишилися невиясненими причини залежності характеристик механічних властивостей агроґрунтів від розміру деформатора (діаметра плунжера твердоміра, ширини захвату корпусу плуга, лапи культиватора, тощо) і вид функції зв'язку між механічною дією і реакцією ґрунту. З історії науки відомо, що криза в тій чи іншій області знання – це криза її методологічної і науково-теоретичної основи. Зараз вже є достатньо підстав вважати, що землеробська механіка ґрунтів підійшла до поворотного пункту свого розвитку і переживає переломний момент, який виражається у невідповідності між потребами практики і можливостями теорії механіки ґрунтів. Наука про механіку ґрунтів сільськогосподарського призначення знаходиться на такому рівні розвитку, який можна охарактеризувати як застійний.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Механічні властивості агроґрунтів стали визначати для того щоб оцінити умови зростання культурних рослин, визначити опір механічному обробітку і впливу ходових систем сільськогосподарської техніки. Однією з основних характеристик механічних властивостей агроґрунтів є показник твердості, який інтегровано відображає цілий комплекс їх параметрів - механічний склад, структуру, щільність, тощо.

На агрономічне значення твердості ґрунту звертали увагу багато дослідників [1-10]. Ще у 1894 г. С. Богданов виявив, що чим вищий механічний опір ґрунту корінням рослин, тим нижча їх врожайність. П. У. Бахтин в місцях зростання пригноблених рослин отримав

результат, який у 2 рази перевищував цей показник у місцях нормального розвитку рослин [1].

Твердість ґрунту визначають шляхом вдавлювання штампів (плунжерів) різного розміру і форми з синхронним записом опору вдавлюванню і глибини їх заглиблення [3,4,5,6]. Отримані значення опору ділять на площу поперечного перетину плунжера, і далі користуються одиницями тиску. Проте численними дослідженнями виявлено, що ця залежність набагато складніша і неоднозначна [1,3,4,5,6,7,8]. Численними експериментальними дослідженнями виявлено, що при рівному питомому навантаженні штампи більшого розміру осідають нижче. Такі результати отримав В.Н. Буромський, випробовуючи 9 плунжерів трьох розмірів різної форми [3]. В його досліді, залежно від форми плунжерів однакового поперечного перетину, питомий опір змінювався в 1,7 рази, а зі збільшенням діаметра від 1 до 3 см² зменшувався приблизно в 1,5 рази.

У [7] досліджували опір торф'яно-болотного ґрунту вдавлюванню штампів різної форми F/b^2 (від круглого до прямокутного з відношенням сторін 1:8) (рис. 1,а). Опір ґрунту закономірно зростає пропорційно довжині штампа.

В. С. Гапоненко отримав неоднозначну залежність заглиблення круглих штампів від їх площі на мінеральному ґрунті (рис. 1,б) [8]. Автор відзначає, що для кожного ґрунту існує площа штампа, у якого заглиблення мінімальне, а зі збільшенням тиску вплив площі посилюється.

Велику серію дослідів з круглими штампамі на ґрунтах різного фізичного стану і щільності провів С. С. Саакян [9]. Результати його дослідів на двох ґрунтових фонах, зображені на рис. 2, показують, що на зораному полі заглиблення закономірно зростає зі збільшенням діаметра штампа, а на стерні ячменю до глибини 40 мм осідання всіх штампів практично співпадають, а для штампа Ø90 значно відрізняється. Аналогічні результати отримав П. В. Горохов [6].

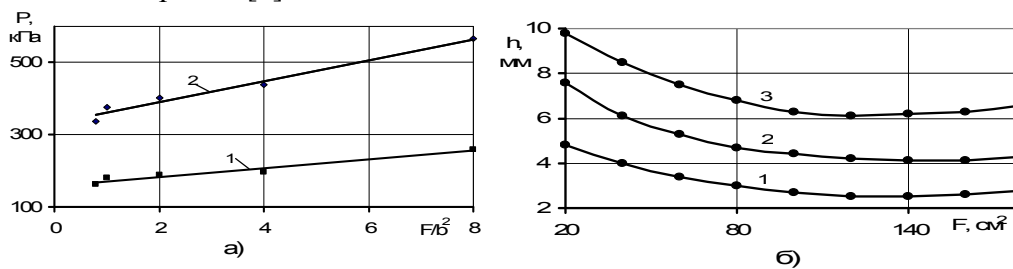


Рис. 1. Залежність характеристик ґрунтів від форми і розмірів штампів а) – опір торф'яного ґрунту від форми штампа на глибині: 1 - 0-20 см; 2 - 20-40 см; б) – глибина занурення штампа від його площі під тиском: 1 - 20 кПа; 2 - 40 кПа; 3 - 80 кПа;

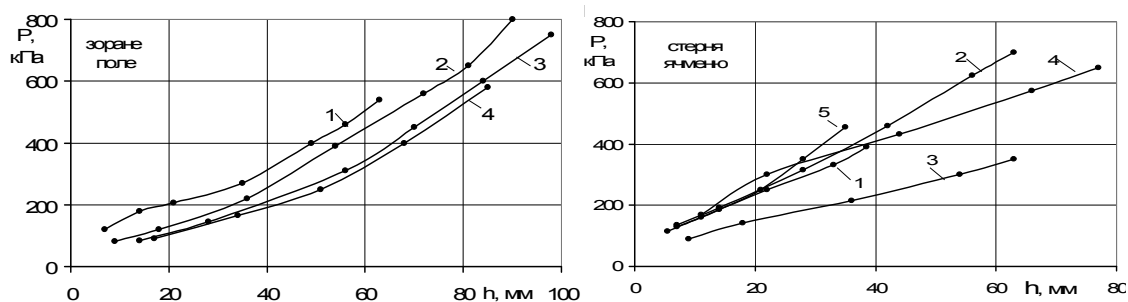


Рис. 2. Залежність заглиблення круглих штампів від тиску: на зораному полі - 1 - Ø70; 2 - Ø90; 3 - Ø140; 4 - Ø170, на стерні - 1 - Ø55; 2 - Ø70; 3 - Ø90; 4 - Ø110; 5 - Ø140

Отже, показник твердості агроґрунтів, отримуваний шляхом вдавлювання штампів залежить від їх розмірів і форми, а тому є підстави вважати, що в отриманих моделях пропущені важливі особливості будови ґрунтового тіла.

Виділення невіршених частин проблеми. Існує принаймні декілька причин, які заважають виразити твердість агроґрунтів одиницями тиску.

По-перше, параметром твердості апіорі прийнято середній тиск на штамп без урахування його розподілу, який може мати різний вид залежно від фізичного стану і структурної будови ґрунту.

По-друге, глибину занурення штампа називають деформацією ґрунту, яка в дійсності нею не являється, оскільки опір проникненню штампа також чинить об'єм ґрунту, розміщений за межами периметра штампа, які не визначаються.

По третє, агроґрунти складаються з агрегатів різних розмірів, тому на шляху плунжера твердоміра можуть зустрічатися грудки менші і більші його поперечного розміру, а тому тиск на його поверхню має локальний характер [6].

Ця проблема має суттєве практичне значення для розрахунку опорних поверхонь сільськогосподарських машин і знарядь (польові дошки плугів, обмежувачі глибини ходу сошників посівних машин, опори сінокосарок, ґрунтообробні катки, колеса, тощо). Незважаючи на те, що їх розміри, форма і кінематика руху відрізняються, розрахунки ведуть за умовою тиску на ґрунт. Отримані на такій підставі результати виявляються надто наближеними, і не завжди співпадають з практикою. Спираючись на приведені приклади, можна чекати, що подолання чинника складності ґрунтових систем можливе на основі досліджень їх структурно-функціональної моделі.

Формулювання мети

Мета статті - виявлення причин та системний аналіз залежності характеристик механічних властивостей агроґрунтів від розмірів деформатора для практичного вирішення виробничих питань їх обробітку.

Виклад основного матеріалу дослідження

Перший чинник, який ми повинні прийняти до уваги - це будова ґрунтових профілів. Ґрунтова товща складається з декількох шарів різного кольору, основними морфологічними ознаками яких є структура і гранулометричний (механічний) склад. У різних морфологічних типах ґрунтів генетичні горизонти мають різну висоту, і неоднорідний механічний склад (рис. 3) [11]. Цей факт важливий тому, що у процесі занурення штампа під його підшвою утворюється ущільнене ґрунтове ядро висотою біля $2/3 D$ і достатньо великий штамп може взаємодіяти одночасно з двома структурно різними горизонтами [12].

Другим чинником, який визначає механічні властивості агроґрунту є його агрегатний склад. На рис. 4 зображені полігони відносного частотного розподілу агрегатів G_0 зразків чорноземного ґрунту, вийнятих з різних глибин профілю. Як видно з рисунка найчастіше зустрічаються агрегати розміром 2-3 мм, а їх вміст варіює залежно від глибини. Експериментально виявлено тісний кореляційний зв'язок між твердістю розпушеного ґрунту і розміром його агрегатів [6]. Оскільки дія штампа проникає на певну глибину, то відмінності агрегатного складу між горизонтами створюють різний опір штампам різних розмірів.

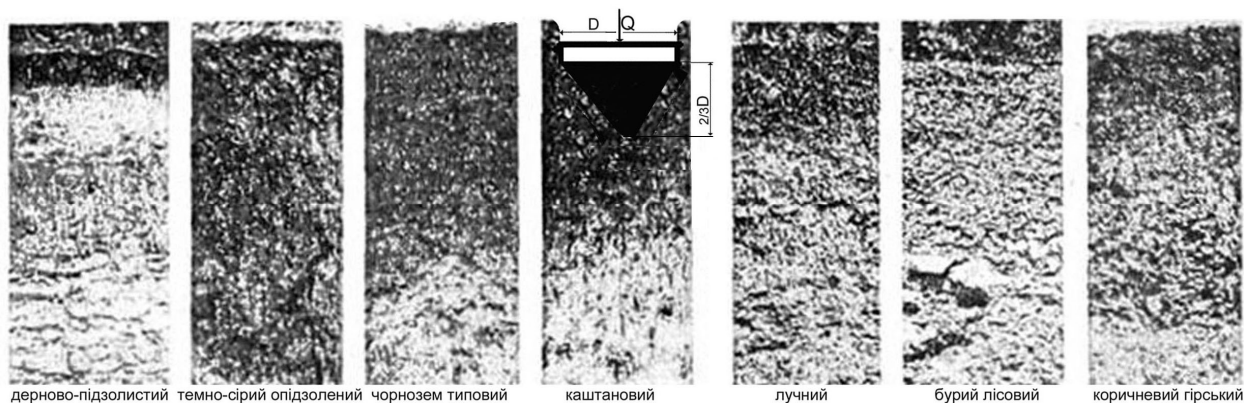


Рис. 3. Розрізи основних типів ґрунтів і схема вдавлювання штампa

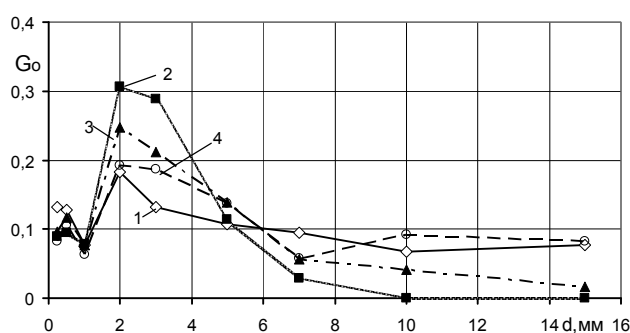


Рис. 4. Агрегатний склад чорноземного ґрунту на глибині:
1 – 1-5 см; 2 – 20-25 см; 3 – 40-45 см; 4 – 60-65 см

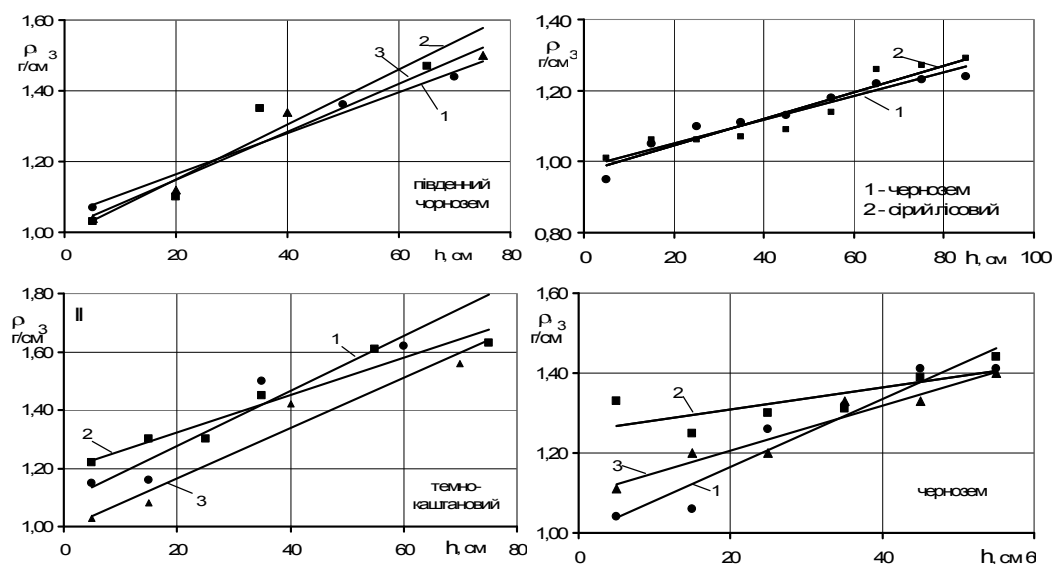


Рис. 5. Зміна щільності ґрунтів по глибині профілю
1, 2, 3 – профілі одного розрізу

Висновки

Аналіз результатів оцінювання твердості агроґрунтів показав, що рівень розвитку теоретико-методологічного ядра «механіки агроґрунтів» відстає від розвитку технологій їх механічного обробітку.

Чинниками, що впливають на отримувані результати, є неоднорідність ґрунтових горизонтів та стохастичність агрегатного складу. Для отримання об'єктивних характеристик механічних властивостей агроґрунтів необхідно впроваджувати нові принципи досліджень на основі вчення про їх структуру.

Література

1. Бахтин П. У. Исследования физико-механических и технологических основных типов СССР / П. У. Бахтин. – М. : Колос, 1969. – 272 с.
2. Смагин В.П. Агрономическое значение твердости почв / Смагин В.П. , Заздравный А.Н. // Почвоведение. - 1981. - № 2. - С. 138–141.
3. Буромский В.Н. Снятие и обработка плотномерных диаграмм / Буромский В.Н. // Земледельческая механика. - 1961. - т. VI. - С. 61-70.
4. Ревякин Ю.Ю. Применение плотномера Горячкина для контроля качества обработки почв / Ревякин Ю.Ю. // Доклады ТСХА. - 1986. - вып. 1. - С. 11–14.
5. Шаров Н. М. Анализ характеристик почвы, получаемых с помощью плотномера при полевых испытаниях сельскохозяйственных агрегатов / Шаров Н. М. // Докл. МИИСП. - 1971. - т. 8. вып. 1. - С. 289—298.
6. Горохов П. В. Некоторые аспекты понятия «твердость почвы» применительно к исследованию процесса рыхления / Горохов П. В. // Почвоведение. – 1990. - № 2. - С. 56.
7. К вопросу исследования процессов обработки почв // Вопросы земледельческой механики. Минск. - 1961. - т. VII. - 294 с.
8. Гапоненко В. С. О несущей способности почв Полесья в связи с выбором параметров опорных поверхностей сельскохозяйственных машин и орудий / Гапоненко В. С. // Земледельческая механика. – 1961. - т. VI. - С. 113-119.
9. Саакян С. С. О закономерности сопротивления почвы вдавлению / Саакян С. С. // Сб. трудов по земледельческой механике. - 1956. - т. III. - С. 321-356.
10. Медведев В. В. Твердость почв / В. В. Медведев. - Харьков: Изд. КП «Городская типография», 2009. - 152 с.
11. Почвоведение. Учеб. для ун-тов в 2. ч. 1. Почва и почвообразование / [Г. Д. Белицина, В. Д. Васильевская, Л. А. Гришина и др.] ; под ред. В. А. Ковды, Б. Г. Розанова. - М.: Высш. шк., 1988. - 400 с.
12. Кравец С. В. Определение формы ґрунтового ядра уплотнения / Кравец С. В. // Конструирование и технология производства сельскохозяйственных машин. Киев. Изд-во «ТЭХНИКА». с. 29-32.
13. <http://uchit.net/catalog/Ekologiya/110596/>