

ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ҐРУНТООБРОБНИХ ПРОЦЕСІВ ТА ЗНАРЯДЬ

***В. І. Ветохін, доктор технічних наук
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»***

Запропоновано зв'язок між агротехнологічною операцією «кришення ґрунту», системними властивостями «здатність утворювати та відновлювати структуру під дією природних та техногенних чинників» і фізико механічними властивостями ґрунту. Визначено поняття «властивість» як характеристики здатності системи до зміни або збереження стану та відповідного процесу. До параметрів стану пропонується віднести показники та характеристики, що кількісно визначають поточний стан системи.

Властивості ґрунту, проектування, ґрунтообробні процеси, знаряддя, зв'язок властивостей та технологічних операцій, параметри стану.

Постановка проблеми. Удосконалення ґрунтообробної техніки у зв'язку з переходом на нові технології вимагає вивчення фундаментальних питань взаємодії ґрунту і ґрунтообробного знаряддя. До таких питань відносяться властивості ґрунту, що визначають якісні та енергетичні показники роботи.

Аналіз останніх досліджень. Аналізу властивостей ґрунту у зв'язку з його обробіткою присвячена значна кількість досліджень. Так, В. П. Горячкин на початку минулого сторіччя відносив до властивостей ґрунту питому вагу, вологосміність, зв'язність, опір деформацій, коефіцієнт тертя [1]. Він запропонував використовувати різні показники, режими роботи та геометричні параметри знарядь в залежності від поділу ґрунтів на «тверді, крихкі, м'які і середні» [1].

«Основи теорії та розрахунку ...» [2] містять сучасне визначення технологічних операцій, способів обробітки та властивостей ґрунту. Але в подальшому викладені розрахунку машин і знарядь для обробітки ґрунту використовуються майже виключно кути внутрішнього та зовнішнього тертя ґрунту.

П. В. Сисолін з колективом авторів [3], розглядаючи ґрунт як об'єкт механічної обробки, виділяє наступні властивості ґрунту: пористість, вологість, липкість, твердість (щільність), тертя ковзання по

© В. І. Ветохін, 2015

металу і коефіцієнт тертя, опір зрушенню і зчеплення, абразивні властивості. Проте, надалі аналізі технологічного процесу дії клина з усіх перерахованих параметрів використовується тільки коефіцієнт тертя ґрунту по клину, а в прикладі побудови робочої поверхні корпусу відвального плуга застосовуються тільки геометричні співвідношення. Це свідчить про складність використання для проектування знарядь даних про властивості ґрунту у вигляді, в якому вони розглядаються сучасною наукою.

В роботі [4] при обґрунтуванні форми і параметрів глибокорозпушувача, а також механізму кришення ґрунту використано співвідношення міцності ґрунту на стискання та розтягування. У подальшому, у роботах [5] проаналізовано фізико-механічні процеси перетворення локального стискання скиби під дією клина в деформації розтягнення об'єму скиби. Підтверджено, що фізико-механічні процеси визначаються не абсолютними значеннями міцності ґрунту різним типам навантаження, а саме їх співвідношенням. Необхідно відмітити, що співвідношення міцності ґрунту на стискання та розтягування за теорією Кулона-Мора визначає значення кута внутрішнього тертя ґрунту. Таким чином простежується зв'язок з положеннями джерела [3]. В ряді публікацій агротехнологічної спрямованості відмічається, що «Серед агрофізичних показників найважливішим є щільність будови ґрунту» [6]. Далі, у тому ж джерелі: «Більшість технологічних прийомів обробітку ґрунту спрямовані на те, щоб щільність ґрунту довести до оптимальної її величини – в межах $1,12-1,27 \text{ г/см}^3$. Від величини цього показника, як відомо, залежать майже всі воднофізичні властивості ґрунту: пористість, водопроникність, вологоємність, запаси вологи, стійкість ґрунту до ерозійних процесів» [6].

Загальним чином в існуючих дослідженнях не відстежуються яким чином властивості ґрунту визначають параметри процесу та знаряддя що вивчається або використовується.

В публікації [7] запропонована система властивостей ґрунту, але вона потребує вдосконалення. Таким чином має місце не тільки понятійно-термінологічна неузгодженість, а й різна цільова спрямованість використання властивостей ґрунту.

Мета досліджень – з'ясувати співвідношення категорій «властивість» та «параметр стану» відносно до проектування процесів та знарядь для обробітку ґрунту.

Результати досліджень. Насамперед необхідно визначити що, задачею агротехнологій є здійснення процесів зміни стану системи з метою досягнення ряду показників, зокрема продуктивності.

Задача агроінженерії – спроектувати технічні засоби, що забезпечать процеси зміни стану системи відповідно до агротехнологій та очікуваних значень показників стану системи.

Філософський словник дає таке визначення: «Властивість — філософська категорія, яка виражає один з моментів виявлення сутності речі у відношеннях з іншими речами; те, що характеризує її подібність до інших предметів або відмінність від них» [8].

У системному розумінні властивість, це характеристика процесу зміни та/або збереження стану системи. Наприклад, твердість — здатність чинити опір проникненню ззовні, відноситься до властивостей. Щільність ґрунту, це показник його поточного стану, а відповідна властивість — здатність змінювати/зберігати щільність. Температура ґрунту не є властивість. Відповідні та пов'язані з показником «температура» характеристики є здатність властивості накопичувати та утримувати тепло.

Приклад з іншої області — параметр електричної енергії, це величина, що кількісно характеризує яку-небудь властивість електричної енергії. Під параметрами електричної енергії розуміють напругу, частоту, форму кривої електричного струму) [9]. Важливим в цьому визначені є кількісний вираз параметру стану.

Слід зазначити, що вологість та щільність за термінологією стандартів віднесені до фізичних параметрів, що характеризують стан ґрунту [10].

Узагальнення визначень з ряду джерел, та власні дослідження, дозволили дати таке визначення терміну «параметр стану». Параметри стану — фізичні величини, що мають кількісну об'єктивну міру і характеризують поточний стан системи, наприклад, температура, щільність, концентрації компонентів, агрегатний склад, і т. п.

Агротехнологія під властивостями зазвичай розуміє параметри та показники стану. Агроінженерія займається процесами зміни стану в системі «джерело енергії та матеріалу — знаряддя — оброблюване середовище». Тому виявлення властивостей ґрунту, що визначають саму можливість та параметри процесу мають вирішальне значення. Але, наприклад, найбільш поширена агротехнологічна операція «кришення ґрунту» в сучасній науковій літературі не містить навіть назви властивостей ґрунту, що уможливають таку операцію. На відміну від інших матеріалів, що руйнуються необоротно, ґрунт здатен утворювати/відновлювати структуру та структурність під дією природних чинників. Ґрунт має різну міцність при деформаціях розтягування та стискання, може деформуватися крихковидно та пластично при різних співвідношеннях об'ємного навантаження (рис. 1, а). Такі особливості були основою моделі взаємодії долотовидного деформатора зі скибою (рис. 1, б) та явища авторегулювання форми знаряддя [11, 12].

Також існує залежність модулів деформацій, коефіцієнтів тертя від режимів навантаження та вологості ґрунту. Такі особливості вла-

ствистостей ґрунту вказують напрямки економії ресурсів при його обробітку. В результаті проведеного аналізу запропонована відповідність між агротехнологічною операцією «кришення ґрунту» та властивостями ґрунту (рис. 2). Властивості ґрунту в системі, а саме здатність утворювати структуру, базуються на елементарних фізико-механічних властивостях. Кількісно, властивості характеризуються показниками і параметрами стану. Такі показники залежать від інших показників стану. Наприклад, кількісне співвідношення міцності при стисканні та розтягуванні, також співвідношення долі пластичних та крихковидних деформацій, залежить від вологості ґрунту, контактного тиску, швидкості навантаження, режимів вібрації та іншого. Вказане надає можливість керувати режимами роботи, використовувати такі залежності при проектуванні технологій і знарядь.

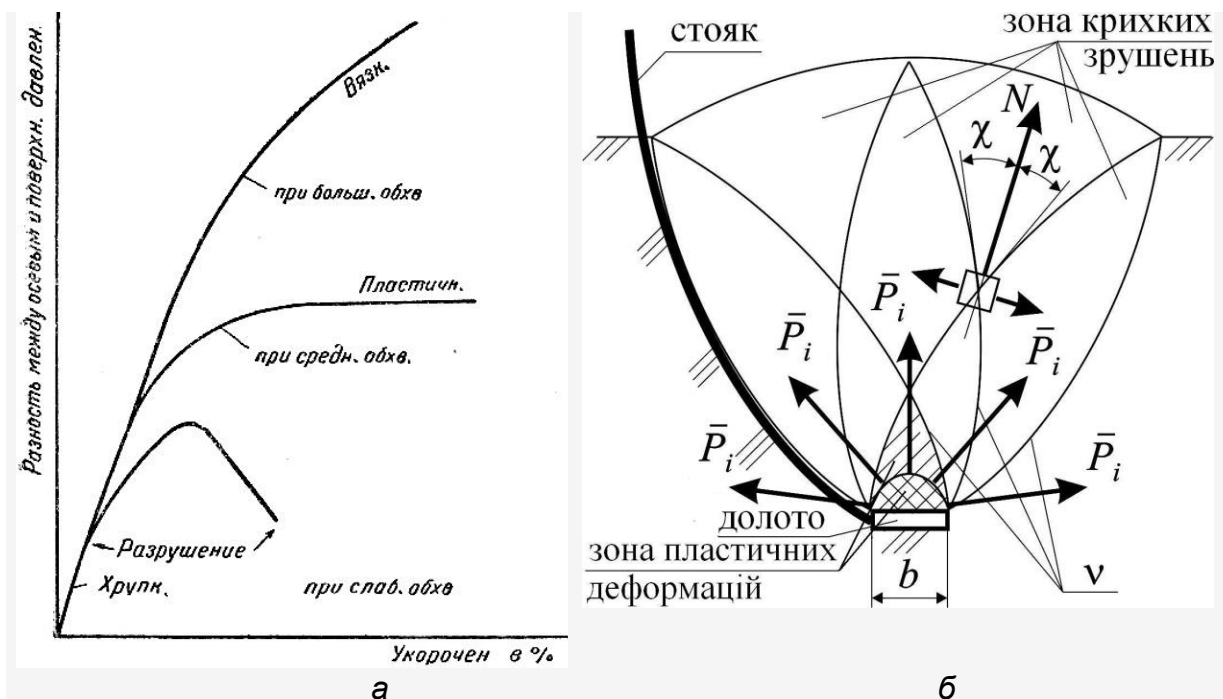


Рис. 1. Прояв деформаційних властивостей ґрунту в різних варіантах напруженого стану та явище авторегулювання форми знаряддя: а – залежність типу руйнування ґрунту від напруженого стану (за В. П. Горячкиним) [1]; б – схема утворення декількох зон в шарі ґрунту в різному напружено-деформованому стані [12].

Перелічені властивості (рис. 2), свідчать про можливість здійснення процесу перетворення стану ґрунту, можливість вибору ресурсозберігаючого режиму роботи. Міра ефективності процесу визначиться кількісним значенням відповідних параметрів стану та задіяних в процесі властивостей ґрунту.

У зв'язку з викладеним, невирішеними питаннями та напрямком подальших досліджень є встановлення розрахункових залежно-

стей, що зв'яжуть в одну систему параметри ґрунтообробних знарядь та властивості ґрунту.

ОПЕРАЦІЯ	ВЛАСТИВІСТЬ Вищого рівня	ВЛАСТИВОСТІ Фізико-механічні	ПАРАМЕТРИ та ПОКАЗНИКИ СТАНУ
Кришення ґрунту	<ul style="list-style-type: none"> •Здатність утворювати структуру під дією природних та техногенних чинників •Здатність відновлювати структуру під дією природних та техногенних чинників 	<ul style="list-style-type: none"> •Різна міцність при деформаціях різного виду •Крихкість •Пластичність •Залежність модулів деформацій від режимів та вологості •Адгезія внутрішня/зовнішня •Липкість •Залежність коефіцієнтів тертя від режимів навантаження •інші 	<ul style="list-style-type: none"> •Співвідношення міцності при стисканні та розтягуванні •Міцність при стисканні та розтягуванні •Модулі деформації •Діапазон швидкості навантаження при крихкості •Коефіцієнти тертя •Та інші

Рис. 2. Відповідність між агротехнологічною операцією «кришення ґрунту» та властивостями ґрунту.

Висновки

Проектування та вдосконалення ґрунтообробних знарядь в недостатній мірі базується на властивостях ґрунту. Також існує понятійна неузгодженість термінів «властивість ґрунту» та «параметр стану».

Доцільно прийняти до загального визнання властивостей як характеристик здатності системи до зміни або збереження стану та відповідних процесів. До параметрів стану слід віднести показники та характеристики, що кількісно визначають поточний стан системи.

У подальших дослідженнях доцільно визначити відповідність певних агротехнологічних операцій переліку властивостей ґрунту.

Другий напрямок подальших досліджень – встановлення переліку властивостей ґрунту та залежних від них геометричних і розмірних параметрів ґрунтообробних знарядь.

Список літератури

1. Горячкин В. П. О физико-механических и агротехнических свойствах почвы / В. П. Горячкин // Собр. соч.: В 7 т. – М.: Сельхозгиз. 1940. – Т. 4. – С. 237–244.
2. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку : підручник / Д. Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков та ін. ; Ред. Д. Г. Войтюк. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
3. Сисолін П. В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування / П. В. Сисолін, В. М. Сало, В. М. Кропивний ; за ред. М. І. Черновола. – Кн. 1: Машини для рільництва. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.

4. Ветехин В. И. Обоснование формы и параметров рыхлительных рабочих органов с целью снижения энергозатрат на обработку почвы: Дис. ... канд. техн. наук / В. И. Ветехин. – М.: ВИСХОМ, 1991. – 236 с.
5. Ветехин В. И. К теории почвообрабатывающего клина / В. И. Ветехин // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Кіровоград: КНТУ, 2011. – Вип. 41(1). – С. 301–308. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Zmntz_2011_41\(1\)__48.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Zmntz_2011_41(1)__48.pdf).
6. Петриченко В. Ф. Вплив нульового обробітку ґрунту на його фізичні властивості в правобережному Лісостепу України / В. Ф. Петриченко, С. І. Колісник, О. Я. Панасюк, М. М. Єрмолаєв, В. С. Хахула // Агробіологія. – 2013. – Вип. 11. – С. 183–187. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/j-pdf/agr_2013_11_50.pdf.
7. Ветехин В. И. Систематизация свойств почвы как элемент теории проектирования почвообрабатывающих орудий и технологий / В. И. Ветехин // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. - Вип. 13(27), кн.2. – С. 30–38.
8. Філософський словник / за ред. В. І. Шинкарука. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К.: Головна ред. УРЕ, 1986. – 800 с.
9. ГОСТ 23875-88 Качество электрической энергии: термины и определения. Quality of electric energy. Terms and definitions. – Введ. 01.07.89 [Текст] / ГОСТ 23875-88. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 15 с.
10. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. - Взамен ГОСТ 5180-75, 5181-78, 5182-78, 5183-77; Введ. 01.07.85 [Текст] / ГОСТ 5180-84. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 24 с.
11. Ветехин В. И. О динамике формы поверхности рабочих органов почворыхлителей / В. И. Ветехин // Тракторы и с.х. машины. – 2010. – № 6. – С. 30–35.
12. Ветехін В. І. Проектування глибокорозпушувачів з урахуванням деяких аспектів деформування ґрунту / В. І. Ветехін // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Кіровоград, 2008. – Вип. 20. – С. 104–109.

Предложена связь между агротехнологического операцией «крошение почвы», системными свойствами «способность образовывать и восстанавливать структуру под действием природных и техногенных факторов» и физико-механическими свойствами почвы. Определено понятие «свойство» как характеристики способности системы к изменению или сохранение состояния и соответствующего процесса. К параметрам состояния предлагается отнести показатели и характеристики, количественно определяют текущее состояние системы.

Свойства почвы, почвообрабатывающие процессы, проектирование, орудия, связь свойств и технологических операций, параметры состояния.

It suggested a link between agrotechnological operation "crumbling of the soil" system properties "ability to form and retrieve the structure

under the influence of natural and anthropogenic factors" and the physical mechanical properties of the soil. The concept of "property" as the characteristics of the system to change or retain the status and the process. The parameters include the proposed state indicators and characteristics, quantified the current state of the system.

Properties of soil, tillage processes, tools, connection properties and technological operations, parameters of state.

УДК 631.172: 631.354.2

КІНЕТИКА ПРОЦЕСУ СЕПАРАЦІЇ ЗЕРНО-СОЛОМИСТОГО ВОРОХУ В ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНАХ

Г. А. Голуб, доктор технічних наук

Розроблена кінетична модель процесу сепарації зерно-соломистого вороху в зернозбиральних комбайнах.

Кінетика, зернозбиральний комбайн, зерно-соломистий ворох, сепарація.

Постановка проблеми. Будь-які засоби механізації і обладнання мобільних чи стаціонарних технологічних процесів сільськогосподарського виробництва споживають енергію та виконують певний обсяг робіт із показниками якості та надійності, що є характерними для даної машини чи обладнання. Визначення параметрів робочих органів машин та обладнання в технологічних процесах сільськогосподарського виробництва під час їх удосконалення, випробування та експлуатації потребує обґрунтування кількісних критеріїв, без яких неможливо провести оптимізацію параметрів робочих органів. Порівняльну оцінку ефективності механізованих технологічних процесів проводять, як правило, на основі економічних критеріїв. Основним серед них є витрати на виробництво продукції (визначається як сума відрахувань на технічне обслуговування та ремонт, заробітної плати, вартості пального або електроенергії, втраченої продукції та інших складових) і термін окупності машин та обладнання. Деякі параметри машин і обладнання (ширина захвату для польових машин та місткість їх бункерів для вирощеної продукції або добрив, а також робоча швидкість руху по полю) встановлюються на основі мінімізації витрат на виконання технологічної операції. Основні труднощі виникають у разі оптимізації конструкційних і кінематичних параметрів

© Г. А. Голуб, 2015