УДК 631.23

# ХАРАКТЕР ЗМІНИ ТВЕРДОСТІ ҐРУНТУ НА ГЛИБИНІ ЗАГОРТАННЯ НАСІННЯ

*Л. Аніскевич, д. т. н., Ю. Росамаха, здобувач*
*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

**Постановка проблеми.** Однією з найважливіших операцій у вирощуванні просапних культур є сівба. Від якості, способу й термінів сівби залежать рівномірність та швидкість проростання, ріст і розвиток, а в кінцевому результаті й урожай.

Машини для сівби просапних культур повинні виконувати розподіл і загортання насіння відповідно до вимог отримання рослинами оптимальної кількості світла, тепла, вологи і поживних речовин. Ці вимоги, головним чином, визначаються виходячи з картограм урожайності, вологості, забезпечення поживними речовинами, а також способу сівби.

Застосування того чи іншого способу сівби залежить від прийнятої технології, за якої забезпечується максимальний урожай. При цьому метою є створення оптимальних умов для розвитку кожної рослини. Оптимальні умови, зокрема, залежать від площі живлення, яка, своєю чергою, залежить від розподілу насіння вздовж рядка, що є однією з найважливіших вимог під час сівби просапних культур. Загальними вимогами до сівби також є точне дотримання заданої норми висіву насіння і добрив у конкретній елементарній ділянці поля, загортання насіння на однакову глибину, рівновіддаленість рядків, забезпечення заданої ширини міжрядь тощо.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз сучасних конструкцій сівалок [1] показує, що під час виконання ними технологічного процесу сівби «найслабшим місцем» є робота сошникових систем, а саме дотримання ними параметра загортання насіння на задану глибину.

Робота сошникових систем безпосередньо пов’язана з дією пружних і пластичних деформацій ґрунту, а також із ковзанням його по робочій поверхні сошників, причому цей процес може супроводжуватися прилипанням. Тому важливо знати твердість ґрунту, його пружність і пластичність, фрикційні властивості і липкість. Оскільки зношування робочих органів впливає на хід технологічного процесу, то потрібно знати абразивні властивості ґрунтів [2].

Дослідження [3] показують, що стійкість ходу сошника на заданій глибині, а водночас і рівномірність глибини загортання насіння з перелічених основних властивостей ґрунту залежать насамперед від твердості ґрунту.

Загальноприйнятим поняттям твердості ґрунту є його здатність чинити опір стисненню і розклинюванню. Вимірюється за допомогою твердоміра або пенетрометра, дія яких заснована на реєстрації опору вдавлювання в ґрунт конічного або іншої форми плунжера і виражається в паскалях.

**Постановка завдання.** Наше завдання – репрезентувати результати аналізу визначеної твердості ґрунту на різних агрофонах: після збирання картоплі, зяблевої оранки з попередником вівсом, по стерні жита та на полі, що підготовлене до сівби.

**Виклад основного матеріалу.** Для визначення твердості ґрунту в лабораторно-польових умовах був використаний пенетрометр FieldsCout SC 900 (рис. 1), в якому передбачено роботу із зовнішнім модулем GPS, що дозволяє записувати в автоматичному режимі координати кожної точки визначення твердості. Одиниці визначеної твердості відображаються індексом PSI або кілопаскалями (1 PSI = 6,9 кПа).

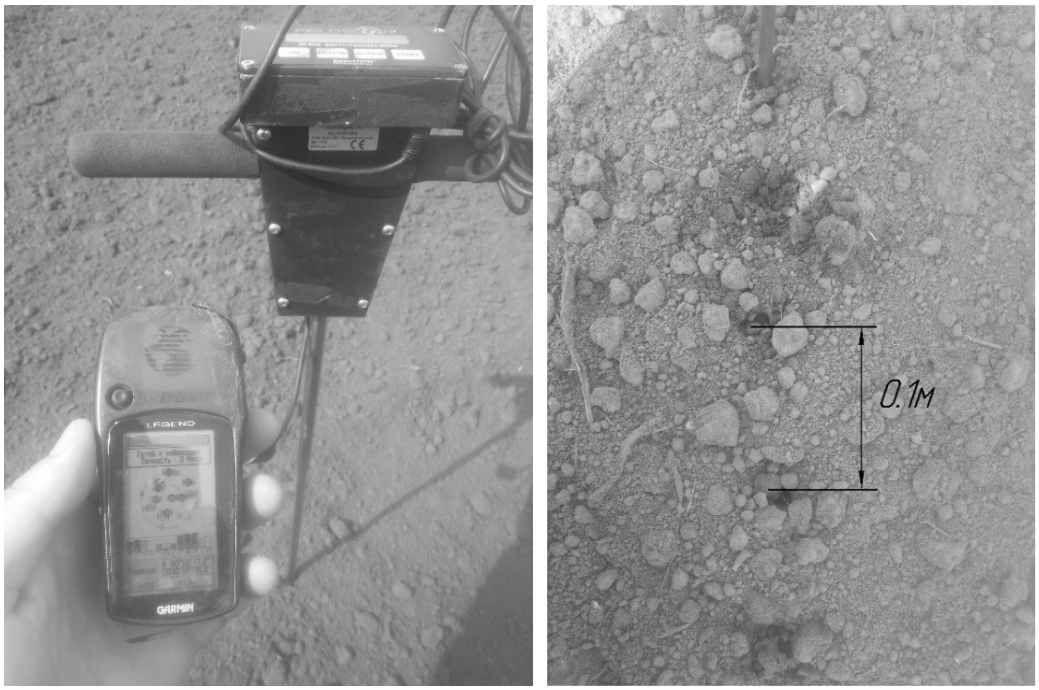


Рис. 1. Робота із пенетрометром FieldsCout SC 900.

Пенетрометр обладнаний ультразвуковим датчиком глибини занурення щупа, що дає змогу фіксувати твердість пошарово з кроком 2,5 см. Діапазон вимірювання глибини 0–45 см із точністю 1,25 см. Діапазон визначення твердості від 0 до 1000 PSI (0–7000 кПа) із точністю +/- 15 PSI (103 кПа) і роздільною здатністю 5 PSI (35 кПа). Пам’ять пенетрометра розрахована на 772 виміри без фіксування світових координат GPS і 579 вимірів із фіксацією GPS. Живиться від чотирьох батарейок типорозміру ААА. Кінець щупа, який під час вимірювання занурюється в ґрунт, обладнано конусом із діаметром 1,27 см.

Для забезпечення точності вимірювань пенетрометр перед початком роботи калібрують. Для цього його встановлюють у вертикальне положення на твердій поверхні, після чого, утримуючи натиснутою кнопку START, натискають кнопку

ON, що розпочинає зворотний відлік до початку калібрування від 5 до 1. У цей момент пенетрометр можна тримати тільки за щуп. Тепер дисплей приладу повинен показати значення між 5 і 10 PSI (35 – 70 кПа), що відповідає вазі самого лічильника. Вимірювання твердості ґрунту відбувається завдяки рівномірному зануренню щупа в ґрунт, при цьому швидкість занурення, що відповідає стандарту ASABE, не повинна перевищувати 2,5 см/с. Для завантаження даних за допомогою програмного забезпечення FieldScout пенетрометр вимикають і під'єднують через порт RS-232 що знаходиться на нижньому боці приладу, за допомогою кабелю до USB комп'ютера. Формат даних дає змогу їх перегляду у Microsoft Word та Microsoft Excel. За допомогою онлайн-сервісу SpecMaps результати вимірювань можна перевести у двовимірну кольорову карту твердості ґрунту. Для отримання загального уявлення просторової зміни твердості ділянки розміром 10×10 м, її умовно покривали сіткою із квадратними гніздами, сторона яких дорівнює 0,5 м. За результатами вимірювань побудовано тривимірну поверхню (рис. 2).

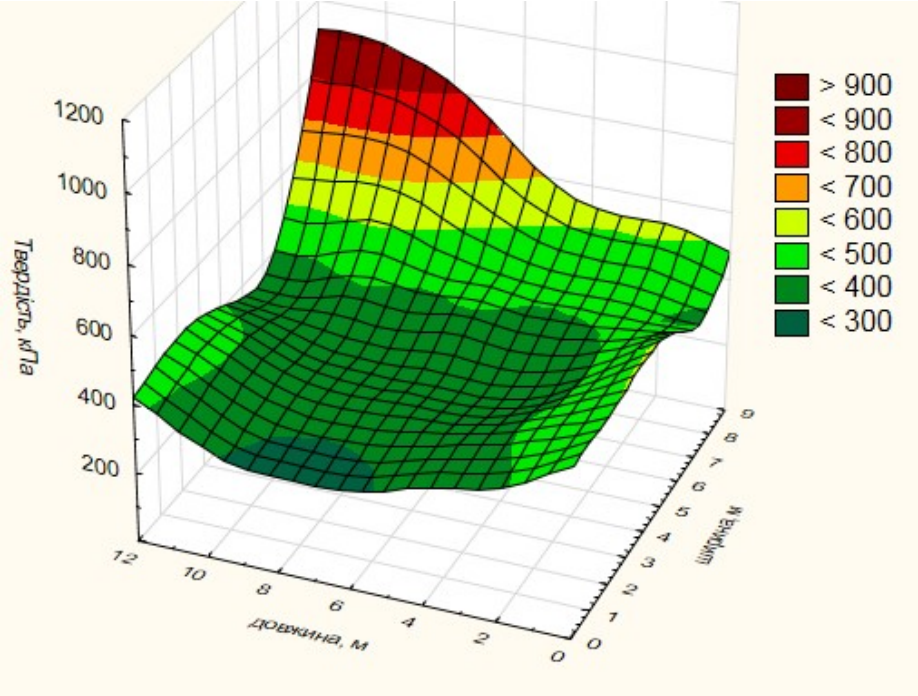


Рис. 2. Зміни твердості ґрунту на глибині 0,05м, кПа.

З рис. 2 видно, що твердість ґрунту на ділянці змінюється в широких межах – від 175 до 1015 кПа (майже в шість разів). Вимірювання твердості на ділянці із зяблевою оранкою, попередник овес, уздовж прямої лінії з кроком 0,5м (30 точок) на глибині 0,05 м відображене на рис. 3. Середнє значення становило $x$ = 214,1 кПа, а середньоквадратичне відхилення σ = 68,8 кПа.

Рис. 3. Твердість ґрунту на глибині 0,05 м, кПа (зяблева оранка вівса, весна).

Подібні результати було отримано на ділянці без попереднього обробітку ґрунту, попередник картопля (рис. 4). Середнє значення $x = 221{,}7$ кПа, а середньоквадратичне відхилення $\sigma = 77{,}8$ кПа.

Рис. 4. Твердість ґрунту на глибині 0,05 м, кПа (поле після картоплі, весна).

Результати досліджень твердості ґрунту по стерні жита (рис. 5) показують збільшення середнього значення до $x = 835$ кПа порівняно з «чистим» полем після картоплі та зяблевої оранки стерні вівса, що пов'язано з наявністю розгалуженої кореневої системи рослин на глибині вимірювання. Середньоквадратичне відхилення становило $\sigma = 109{,}9$ кПа.

Перевірка характеру зміни твердості по довжині гону на полі, що було підготовлене до сівби, вимагала більшої деталізації. Вимірювання були проведені вздовж залікової ділянки з інтервалом 0,1 м (за довжини залікових ділянок 5 м). Одна з них відображена на рис. 6.

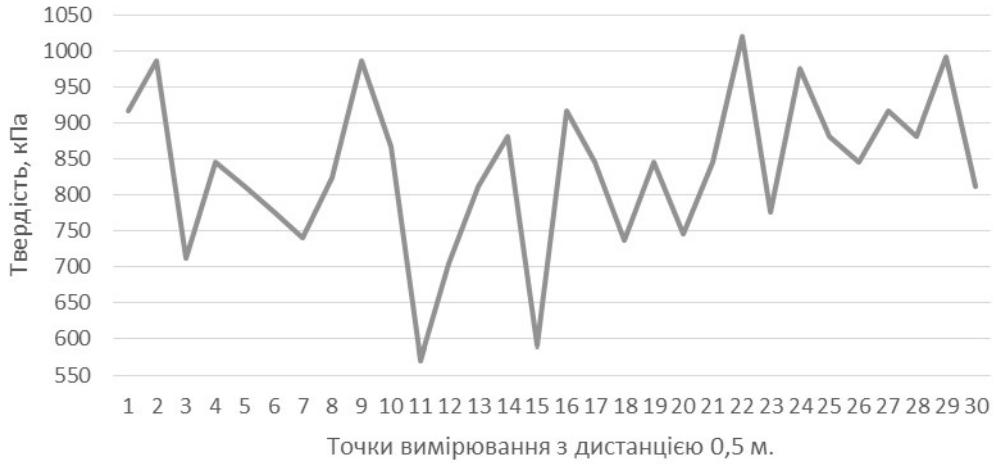


Рис. 5. Твердість ґрунту на глибині 0,05 м, кПа (стерня жита, весна).

Рис. 6. Твердість ґрунту на глибині 0,05 м, кПа (поле підготовлене до сівби, весна).

Графік на рис. 6 показує діапазон зміни твердості ґрунту в межах 100…1300 кПа, середнє значення $x$ = 571,4 кПа, а середньоквадратичне відхилення σ = 298,04 кПа. Така просторова неоднорідність твердості ґрунту накладає додаткові умови функціонування посівного агрегату в полі, зокрема на забезпечення стабільності глибини ходу сошника [4].

Аналіз спектральної щільності наведених процесів зміни твердості ґрунту по довжині гону не виявив явно виражених піків у діапазоні частот від 0 до 0,5 Гц. Наприклад, спектральна щільність зміни твердості ґрунту на ділянці із зяблевою

оранкою (попередник овес) уздовж лінії гону з кроком 0,5 м має максимум на частоті 0,075 Гц з поступовим зменшенням амплітуди на більших частотах (рис. 7).

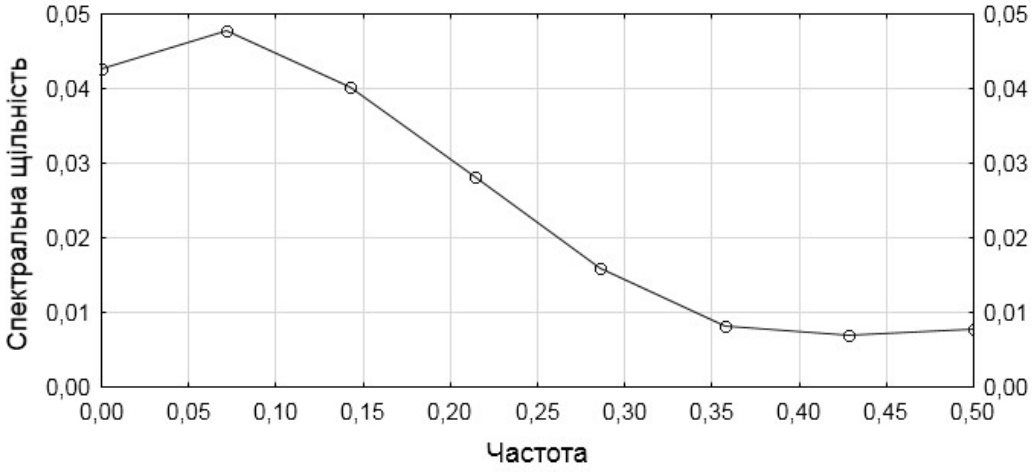


Рис. 7. Спектральна щільність зміни твердості ґрунту на ділянці із зяблевою оранкою (попередник овес).

Відповідно на ділянках без попереднього обробітку ґрунту (попередник картопля) та по стерні жита максимальні значення амплітуд спектральних щільностей зміщуються в бік більших частот до 0,43 Гц.

**Висновки.** Наведені дані свідчать про те, що твердість ґрунту, підготовленого до сівби сільськогосподарських культур, змінюється в широких межах (до 1300 кПа) і не має домінуючих частот зміни вздовж лінії гону. Ці моменти треба враховувати, закладаючи вихідні умови під час виконання імітаційного моделювання процесів функціонування сошникових систем сівалок.

## Бібліографічний список


1. Аніскевич Л. В., Росамаха Ю. О. Конструктивні особливості сошникових систем сучасних сівалок та їх відповідність вимогам точного землеробства. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України : техніка та енергетика АПК*. 2016. Вип. 241. С. 270-279.
2. Сабликов М. В. Сельскохозяйственные машины. Ч. 2 : Основы теории и технологического расчета. Москва : Колос, 1968. 240 с.
3. Анискевич Л., Росамаха Ю. Анализ функционирования двухфазной сошниковой системы для посева пропашных культур. *MOTROL. Commission of Motorization and Energetic in Agriculture.* Lublin, 2015. Vol. 17. No 3. P. 46–55.
4. Аніскевич Л. В., Росамаха Ю. О. Імітаційне моделювання процесів функціонування двофазної сошникової системи. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України* : *техніка та енергетика АПК*. 2017. Вип. 275. С. 278–291.

**Аніскевич Л., Росамаха Ю. Характер зміни твердості ґрунту на глибині загортання насіння**

Проведено аналіз визначеної твердості ґрунту на різних агрофонах: після збирання картоплі, зяблевої оранки із попередником вівсом, по стерні жита, та на полі, що підготовлене до сівби.

**Ключові слова:** твердість ґрунту, глибина загортання насіння, сошникова система.

**Aniskevych L., Rosamaha Yu. The character change of soil hardness on the depth of seed earnings**

The analysis of localized hardness of soil on different agrofons is carried out: after harvesting potatoes, autumn plowing with the predecessor of oats, on stubble of rye, and on a field prepared for sowing.

**Key words:** hardness of soil, depth of seed earnings, system of seed coulter.

**Анискевич Л., Росамаха Ю. Характер изменения твердости почвы на глубине заделки семян**

Проведен анализ определенной твердости почвы на разных агрофонах: после уборки картофеля, зяблевой вспашки с предшественником овсом, по стерне ржи, и на поле, подготовленном к севу.

**Ключевые слова:** твердость почвы, глубина заделки семян, система сошника.