



УДК 163.311:631

## ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОГО ТИПУ ДЕФОРМАЦІЙ ПРИ ЗДІЙСНЕННІ ОБРОБКИ ҐРУНТУ В УМОВАХ СТЕПОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНИ

Сірий І.О., аспірант\*

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел. +38-061-94-21-265

**Анотація** – в статті проведено аналіз деформацій що виникають при здійсненні обробки ґрунту в умовах степової зони України. Проаналізовано вплив вологості ґрунту на його міцнісні характеристики. Визначені найбільш перспективні принципи впливу на ґрунт, на яких повинні ґрунтуватись ефективні конструкції робочих органів при виконанні обробки ґрунту в умовах степової зони України.

**Ключові слова:** обробка ґрунту, робочий орган, міцність ґрунту, комбіновані деформації, стиск-розтягування, стиск-вигин, стиск-крутіння.

*Постановка проблеми.* Найбільш часто використовуваним способом основної обробки ґрунту в умовах степової зони України є відвальна оранка. Однак даний спосіб обробки стосовно до зазначених умов має цілу низку істотних недоліків. Серед яких[1]:

- ущільнення дна борозни, та як наслідок – погіршення перебігу водних та повітряних процесів у ґрунті, руйнування його поверхневого шару що призводить до зростання ерозійних процесів;

- утворення після оранки ґрунту звальних гребенів та розвальних борізд, що тягне за собою необхідність додаткових обробок та як наслідок – загальне підвищення енергетичних витрат, ущільнення та руйнування верхнього шару ґрунту;

- необхідність пошуку компромісного рішення у протиріччі між обертом шару ґрунту та якістю кришення ґрунту;

- втрата основної частини механічної енергії на тертя між ґрунтом та поверхнею робочого органу, та як наслідок – низький ККД.

Однак найбільш суттєвим недоліком відвальних плугів при здійсненні основної обробки ґрунту в зазначених ґрунтово-кліматичних умовах є те, що вона виконується переважно за рахунок деформацій стискання що й обумовлює підвищенні витрати енергії.

\* Науковий керівник – к.т.н., доц. Кувачов В.П.

© Сірий І.О.



*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Серед деформацій що створюють різні конструкції робочих органів найбільш перспективними, але при цьому найменш дослідженими є деформації розтягання, та різноманітні комбіновані деформації. Вирішенням зазначеної проблематики займалась низка вчених, так для обробки важких пересушених ґрунтів в ТДАТУ під керівництвом А.С. Кушнарьова створена ціла низка зубчастих та ступінчатих плоскоріжучих робочих органів [1]. Останні згідно з розробленою класифікацією відносяться до плоскорізів з криволінійним профілем робочої поверхні. Ці плоскорізи відрізняє підвищена якість кришіння ґрунту. Слід зазначити, що за даними В.І. Виноградова при обробці ґрунтів зубчастими робочими органами можливо досягти зниження тягового опору на до 15%, при збереженні якості обробки [2].

Слід зауважити, що застосування плоскорізів з криволінійною поверхнею лемеша, як правило, дає можливість здійснювати якіснішу обробку, передусім – кришіння ґрунту в порівнянні з прямолінійним профілем лемеша. Однак за рахунок того, що лобова поверхня таких робочих органів збільшена вони здійснюють додатковий стискаючий вплив на оброблюваний шар ґрунту, що в свою чергу збільшує витрати енергії при здійсненні обробки ґрунту такими робочими органами. Таким чином комплексного вирішення задачі підвищення якості обробки з одночасним істотним зниженням енергетичних витрат при обробці ґрунту не знайдено.

*Мета статті.* Обґрунтування найбільш раціонального впливу на ґрунт, що створює робочий орган при виконанні основної обробки ґрунту в умовах степової зони України. Для реалізації зазначеної мети необхідно:

- проаналізувати вплив вологості ґрунту як найбільш суттєвого показника фізичних властивостей на його міцнісні характеристики;
- визначити недоліки основної обробки ґрунту що застосовується на сьогодні в ґрунтово-кліматичних умовах степової зони України;
- визначити найбільш ефективний тип деформацій та обґрунтувати найбільш ефективний тип впливу робочого органу на ґрунт при здійсненні основної обробки ґрунту в умовах степової зони України.

*Основна частина.* Загальновідомо що ґрунт має різні межі міцності при різних видах деформацій, визначення міцнісних властивостей ґрунту дозволяє намітити шляхи та методи зниження енергоємності його механічної обробки: вірно розрахувати і спроектувати робочий орган та визначити раціональні умови його застосування. Оціночним показником міцнісних властивостей є гранична міцність ґрунту

при його опорі деформаціям різного типу. Необхідно зауважити що на міцнісні властивості ґрунту серед усіх фізичних властивостей найбільш суттєво впливає вологість ґрунту, вона також значно впливає на якість та енергоємність його обробки[1].

Мінімальна межа міцності відповідає деформаціям розтягування. Слід зазначити що при вологості ґрунту 12...24 % межа міцності ґрунту деформаціям розтягування майже в 3...9 разів нижче, ніж межа міцності при опорі деформаціям інших видів. При зміні вологості на 8...10% від зазначених значень межа міцності при його опорі деформаціям одного й того ж виду зменшується або збільшується в декілька разів [3].

Так розглядаючи питання зниження енергоємності основної обробки ґрунту, очевидною є необхідність створення таких деформацій, яким ґрунт чинить менший опір. При здійсненні відвальної оранки ґрунту, основними деформаціями є деформації стискання. Найменший опір деформаціям стискання ґрунт має в стані фізичної стиглості (коливін не розпорошується, й не сильно прилипає до робочого органу), тобто при оптимальній вологості у межах 15...30% (що відповідає відрізку БВ, рис. 1), цей факт знаходить підтвердження в дослідженнях проведених П.У. Бахтіним та І.Б. Ревутом [4]

Пояснюється це тим, що деформації стискання що створюються плугом, призводять до накопичення потенційної енергії стислого повітря, що в свою чергу забезпечує добру якість кришення ґрунту. Важливо зауважити, що на пересушених ґрунтах (відповідає відрізку АБ, рис 1), важких за механічним складом, стискання повітря не відбувається, спостерігається утворення брил діаметром до 50 мм та більше. Крім того, опір таких ґрунтів деформаціям стискання значно вище, таким чином відвальна оранка на таких ґрунтах тягне за собою підвищення енерговитрат при незадовільній якості кришення, що робить її застосування не раціональним та шкідливим [5].

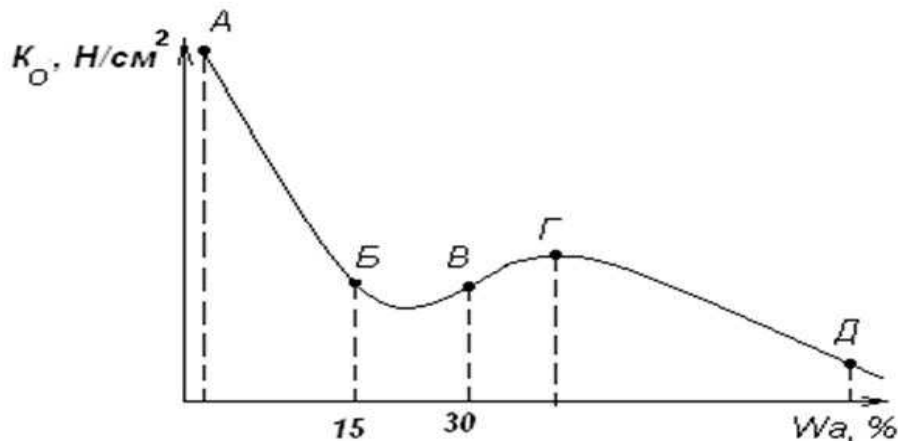


Рис.1. Графік впливу вологості ґрунту на його опір деформаціям стискання при здійсненні відвальної оранки.



При оранці перезволожених ґрунтів (відповідає відрізу ВГ, рис.1), відбувається значне налипання та сгужування ґрунту попереду корпусу плуга. Це призводить до зростання питомого опору ґрунту та поганого загортання рослинних залишків. При подальшому збільшенні вологості (відповідає відрізу ГД, рис. 1) волога виконує роль змазки та  $\sigma$ , кПа зменшується. Встановлено, що при цьому ґрунти не тільки зберігаються, а й утворюють нові структурні агрегати [3].

При дослідженні руйнування пласта ґрунту розпушувачими робочими органами Ж.Н. Токушев [5] вказує на необхідність застосування ефекту Баушінгера, як на один із способів зменшення витрат енергії при здійсненні глибокого розпушування ґрунту, тобто ним зазначена необхідність збільшення кількості комбінованих деформацій ґрунту типу: стиск-розтягування, стиск-вигин та стиск-крутіння.

З попередніх досліджень [1] маємо висновок, що найбільш простим та раціональним способом підвищення якості обробки ґрунту є застосування додаткових елементів до серійного робочого органу плоскорізу. Це пояснюється тим, що пласт піддається деформаціям стискування підрізними деталями, та деформаціям розтягування на транспортуючих частинах робочого органу, після на додаткових елементах шар ґрунту ще раз піддається деформаціям стискання-розтягування, у багато разів при цьому посилюючи ефект Баушінгера, що як результат призводить до більш повного кришення оброблюваного шару ґрунту. Важливо при цьому зазначити, що істотним недоліком застосування додаткових елементів з метою поліпшення якості обробки, є неминуче збільшення тягового опору робочого органу, що є результатом додаткової дії деформацій стискання на оброблювальний шар ґрунту.

З точки зору технологічних та фізико-механічних властивостей обробка ґрунтів зони Степу являє собою модель Гріффіта, згідно до якої відбувається крихке руйнування ґрунту. При детальному розгляді в таких ґрунтах спостерігається нерівномірність розподілу напружень, що обумовлено наявністю в них великої кількості мікроскопічних тріщин. Так найбільша концентрація напружень спостерігається навколо дрібних тріщин. Розтріскування та найбільш істотне збільшення довжини тріщини спостерігається тоді, коли енергія, необхідна для поширення тріщини на одиницю довжини, нижче за значенням енергії пружності, що виникає при поширенні тріщини на одиницю довжини [7].

Такі ґрунти також мають малу ударну в'язкість та низький опір деформаціям розтягування. Важливо зауважити, що межа міцності таких ґрунтів при деформаціях розтягування та вигину значно (в 10...20 разів) менше, ніж при впливі на них деформацій стискання. Внутрішні зв'язки пересушених ґрунтів руйнуються при порівняно малих витра-



тах енергії, в силу того, що в таких ґрунтах присутні пори, порожнечі та тріщини які утворюють в шарі ґрунту так звані перетини слабких зв'язків, за якими і відбувається руйнування ґрунту [2].

У дослідженнях С.Н. Карпова переконливо доведено, що зменшити витрати енергії на обробку ґрунту та поліпшити якість кришення ґрунту можливо при використанні принципу «найслабшої ланки» при руйнуванні ґрунтового шару, шляхом локалізації напружень на поверхні клину по ширині та глибині обробки. Ще одним шляхом є застосування ефекту Баушінгера, що полягає в зниженні межі міцності на стиск за умови попереднього розтягування за межу пружності. Необхідно зауважити збереження зазначеного ефекту при повторенні навантажень, що навіть не збігаються за напрямом з первісними [8].

*Висновки:* Отже, для розпушування ґрунтів зони Степу з мінімальними витратами енергії при забезпеченні заданих агротехнічних вимог (насамперед якості кришення), основну обробку ґрунту необхідно проводити переважно за рахунок створення комбінованих деформацій стиск-розтягування, стиск-вигин та стиск-крутіння при певній його вологості (у стані фізичної стиглості), за яких в процесі обробки не руйнується структура ґрунту, що сприяє зниженню енергоємності процесу та поліпшенню якості обробки ґрунту. Такий обробіток можливо здійснити за допомогою безвідвальної плоскорізної обробки ґрунту робочим органом плоскорізу з розпушувачами.

#### *Література*

1. *Сірий І. О.* Передумови основної обробки ґрунту шляхом створення деформацій розтягування-вигину і зсуву / *І.О. Сірий* // Механізація, електрифікація та автоматизація технологічних процесів в АПК: Вісник УВ МААО – Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2016. – Вип. 4 – С. 171...182.
2. *Петриченко С.В.* Обґрунтування робочих органів культиватора-плоскорізу для основної обробки пересушених ґрунтів: автореф. дисс ... канд. техн. наук: спец. 05.20.01 / *С.В. Петриченко* - Мелітополь, 1997. - 27 с.
3. Механізми й технологи. Фізико-механічні властивості ґрунту [Електронний ресурс] / - Режим доступу: <http://mehanik-ua.ru/lektcii/181-fiziko-mekhanicheskie-svojstva-pochvy.html>
4. *Ревут І.Б.* Фізика ґрунтів. / *І.Б. Ревут* // М.: Колос. - 1972. - 366 с.
5. *Токушев Ж.Е.* Теорія й розрахунок знарядь для глибокого розпушування щільних ґрунтів. - М.: Інфра-М, 2003. - 300 с.
6. *Рахімов І. Р.* Вдосконалення робочих органів машин для основної обробки ґрунту на основі моделювання процесу взаємодії клина з ґрунтом : автореф. дисс... канд. техн. наук : спец. 05.20.01. / *І.Р.Рахімов* – Челябинск, 2006. – 29 с.



7. *Рогач Ю.П.* Обґрунтування оптимальних параметрів й розробка зональних робочих органів культиватора - плоскорізу для зони півдня України: автореф. дисс ... канд. техн. наук: спец. 05.20.01 / *Ю. П. Рогач.* - Мелітополь, 1992. - 15 с.
8. *Капов С.Н.* Механіко-технологічні основи розробки енергозберігаючих ґрунтообробних машин: автореф. дисс ... докт. техн. наук: спец. 05.20.01 / *С.М. Капов.* - Челябінськ, 1999. - 36 с.

## **ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОГО ТИПА ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ УКРАИНЫ**

И.А. Серый

*Аннотация* – в статье проведен анализ деформаций возникающих при осуществлении обработки почвы в условиях степной зоны Украины. Проанализировано влияние влажности почвы на ее прочностные характеристики. Определены наиболее перспективные принципы воздействия на почву, на которых должны основываться эффективные конструкции рабочих органов при выполнении обработки почвы в условиях степной зоны Украины.

## **STUDY THE EFFECTIVE TYPE OF STRAIN IN THE EXERCISE OF TILLAGE IN THE CONDITIONS OF STEPPE ZONE OF UKRAINE**

I.O.Siryi

### *Summary*

**In the article the analysis of deformations encountered in the implementation of soil cultivation in the steppe zone of Ukraine. The effect of soil moisture on its strength characteristics. The most promising principles impact on the soil, which should be based effective design of the working bodies in the processing of the soil in the steppe zone of Ukraine.**