

**Рудь Анатолій**  
доктор філософії в галузі технічних наук, професор, завідувач кафедри  
**Мельник Володимир**  
асистент  
Подільський державний аграрно-технічний факультет  
м. Кам'янець-Подільський

## **АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТУ ЯК ОБ'ЄКТА ВЗАЄМОДІЇ З РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН**

Наукові основи процесу технологічної дії робочих органів ґрунтообробних машин на ґрунт, розкривають шляхи зменшення ущільнення ґрунту за рахунок ефективного конструювання і проектування робочих органів і це є найважливішим завданням землеробської механіки, вирішення якого забезпечить зниження енергоємності, підвищення якості обробки ґрунту й урожайності сільськогосподарських культур, нормалізація екології ґрунтів і поліпшення їх родючості [1, 2, 3, 4].

Метою досліджень передбачено виявлення моделі ґрунту, що найбільш повно характеризує момент взаємодії його з робочими органами ґрунтообробних машин.

Для побудови розрахункової схеми дії ґрунтообробного органу на ґрунт необхідно вибрати модель ґрунту, механічні властивості якого вивчаються. В механіці використовують наступні моделі: матеріальна точка, абсолютно тверде тіло, система матеріальних точок, система абсолютно твердих тіл або суцільне деформоване середовище.

У землеробській механіці для вивчення взаємодії ґрунтообробних робочих органів і ґрунту найчастіше використовують такі моделі ґрунту, як тверде тіло і суцільне середовище (сипке і пружне).

Стосовно форми моделі будови ґрунту, її можна уявити як тверде тіло, суцільне пружне середовище або нестисливе суцільне середовище. При цьому в якості аналітичного апарата використовують методи механіки деформованого твердого тіла, теорії пружності та спрощені її варіанти, механіки ґрунтів, теорії подібності та розмірностей, а також статистичної динаміки.

Основні гіпотези і припущення, які вводять у кожен модель для вирішення завдань взаємодії робочих органів з ґрунтом є наступні.

У випадку моделі ґрунту як твердого тіла, в разі дії робочого органу на ґрунт з його боку, всі діючі сили зводяться до рівнодійної  $R$  (рис. 1) у точці  $A$ . В ґрунті виникає тріщина вздовж лінії рівнодійної, коли її вектор перевищує критичне значення.

Схема дозволяє зробити такі припущення: відстані між точками твердого тіла залишаються незмінними в процесі дії на нього зовнішніх сил; зовнішні сили відносно скиби зводяться до головного вектора і головного моменту рівнодійної  $R$ ; у разі збіжної системи сил всі зовнішні сили зводяться до

рівнодіючої; сила переноситься у напрямку її дії; тріщина в ґрунті виникає вздовж лінії рівнодійної; відносно розвитку тріщини інколи вводять інше припущення: тріщина розвивається по лінії дії рівнодіючої  $R$ , перенесеної на носок клина  $K$ .

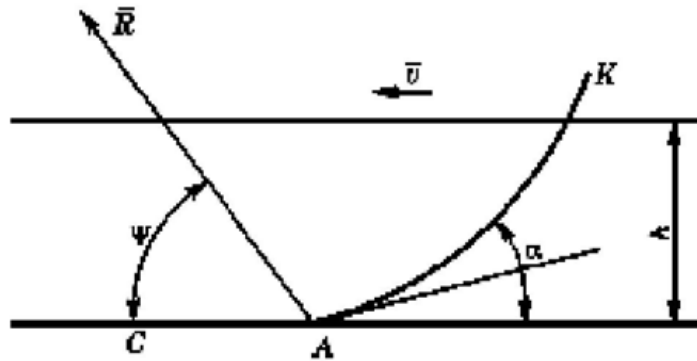


Рис. 1. Схема моделі ґрунту з припущенням про напрямок тріщини

При використанні моделі ґрунту у вигляді суцільного пружного середовища скибу ґрунту представляють як балку, жорстко закріплену одним кінцем (консольна балка). Вводять ще одне спрощення – замінюють розподілений тиск сошника чи ґрунтообробного органа на скибу на зосереджену рівнодійну силу (рис. 2).

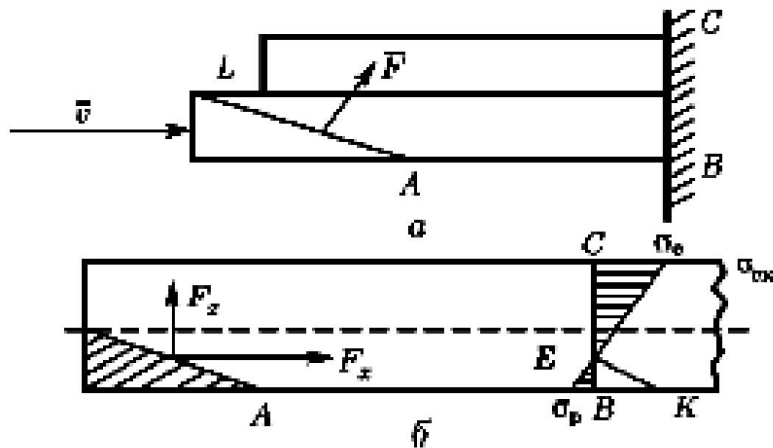
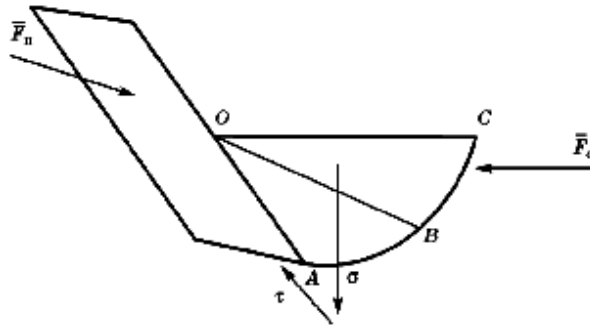


Рис. 2. Розрахункова схема моделі ґрунту за припущення про причин, напрямок і розміри початкової тріщини АВ

У разі використання цієї схеми руйнування ґрунту приймають такі припущення, пов'язані з вибором механічної моделі суцільного пружного середовища: ґрунт характеризується однорідним, ізотропним суцільним середовищем; деформації пропорційні напруженням; під час вибору розрахункової схеми вводять спрощення в геометрію реального об'єкта; звичайним спрощувальним прийомом є зведення шару до схеми бруса (балки) та використання гіпотези плоских перерізів; переміщення і внутрішні сили, що виникають у скибі, вважають незалежними від порядку прикладання зовнішніх

сил (принцип суперпозиції).

Розрахункова схема деформування ґрунту у вигляді моделі суцільного нестисливого середовища характеризується такими припущеннями. Дія робочого органу на ґрунт супроводжується створенням поверхні ковзання  $ABC$  (рис. 3). Розглядають рівновагу сколеного блока  $OABC$  під дією сил підпірної стінки  $F_n$  і ґрунтового масиву  $F_d$  на сколений блок ґрунту. В результаті такої дії на поверхні клина виникають дотичні напруження  $\tau$  і нормальні  $\sigma$  - під дією власної ваги сколеного блока.



**Рис. 3. Розрахункова схема моделі ґрунту за припущення про зведення зовнішніх сил до рівнодійної.**

З усіх моделей будови реальних середовищ тільки модель суцільного деформованого середовища відбиває властивість зміни об'ємної маси в процесі деформації. Щоб пояснити явище зміни об'ємної маси ґрунту в процесі технологічної взаємодії з робочими органами машин, необхідно розглядати модель будови ґрунту як суцільного деформованого середовища.

#### Список використаних джерел

1. Царенко О. М., Войтюк Д. Г., Швайко В. М. та ін.; Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів : Підручник. За ред. С. С. Яцуна. К. : Мета, 2003. 448 с.
2. Синеоков Г. Н. Теория и расчёт почвообрабатывающих машин. М. : Машиностроение, 1977. 328 с.
3. Рудь А. В., Мошенко І. О., Бурдега В. Ю., Іліяшик В. В., Михайлова Л. М. Дослідження переущільнення ґрунту та засоби механізації для його розущільнення. Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. За ред. д.е.н., професора В.В. Іванишина. – Кам'янець-Подільський : Подільський державний аграрно-технічний університет, 2014. Вип. 22. С. 377-385.
4. Бендера І. М., Рудь А. В., Козій Я. В. та ін. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. За ред. І. М. Бендери, А. В. Рудя. Кам'янець-Подільський : ФОП Сисін О.В., 2011. 640 с.

