

**ВПЛИВ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ, ПРИЛЕГЛОГО ДО
РІЗАЛЬНОГО ЕЛЕМЕНТУ РОБОЧОГО ОРГАНУ ШАРУ ҐРУНТУ, НА
МЕХАНІЗМ ЙОГО ОБРОБІТКУ**

Солових Є.К.

доктор технічних наук, професор

Тихий А.А.

Кандидат технічних наук

Катеринич С.Є.

Кандидат технічних наук, доцент

Центральноукраїнський національний технічний університет,

м. Кропивницький, Україна

Одним з найважливіших енергетичних показників будь-якої ґрунтообробної машини є опір переміщенню робочих органів в ґрунті. Цей показник обмежує ширину захвату, а отже, і продуктивність агрегату та визначає витрати енергії на обробіток ґрунту. У зв'язку з цим актуальними є дослідження, спрямовані на зниження опору ґрунтообробних машин. Особливо велике значення ця проблема має в області застосування глибокорозпушувача, оскільки тяговий опір одного робочого органу, який діє в умовах блокованого різання на глибині 0,25 ... 0,30 м, досягає 10 кН, що не дозволяє отримати високу продуктивність агрегатів при глибокому розпушуванні.

В основі існуючих способів обробітку ґрунту лежить механічна дія робочих органів ґрунтообробних машин (РОГМ) на ґрунт стискуванням. Незважаючи на значні теоретичні і експериментальні дослідження в цьому напрямі [4, с. 122], принципових якісних змін дії на ґрунт з урахуванням конструкції РОГМ практично не відбулося. Причиною цього є спрощений підхід до ґрунту як об'єкту технологічної дії, недостатнє вивчення і врахування його структури, складу, комплексу властивостей та характеристик,

зміни стану при обробітку. Процеси, які відбуваються в ґрунті слід розглядати на різних структурних рівнях з урахуванням напружено-деформованого стану НДС прилеглого до РОГМ шару ґрунту, його реологічних властивостей та характеристик.

Для того щоб пояснити можливість існування ефективних підходів до виявлення механізму руйнування ґрунту та на цій основі розробити енергозберігаючі технології його обробітку, слід взяти до уваги характеристики внутрішнього та зовнішнього тертя, розподіли щільності, в'язкості, пластичності, полів напружень і деформацій, обґрунтування кількісної оцінки енергії руйнування прилеглого до РОГМ шару ґрунту та більш адекватні реологічні моделі ґрунту.

Відомо [1, с. 57], що тверда фаза ґрунту не є простим набором частинок, що підтверджується великою різноманітністю типів ґрунту, їх характеристик та властивостей. У цьому випадку правомірно говорити про ґрунт як трибоелемент, який складається із системи матеріальних частинок, що взаємодіють між собою за фізичними законами і має реологічні характеристики і властивості [2, с. 43].

У реології ґрунтів в якості фундаментальних властивостей розглядають: пружність; пластичність і в'язкість. Усі інші механічні властивості є складним поєднанням різних комбінацій цих трьох фундаментальних властивостей [3, с. 26].

Для дослідження механічних властивостей і мікроструктури ґрунту останнім часом стали активно застосовуватися реологічні методи. Вони дозволяють отримати ряд кількісних фізично обґрунтованих параметрів, з допомогою яких стає можливим прогнозувати зміну мікроструктури ґрунту при навантаженнях. Сучасні прилади дозволяють значно збільшити точність вимірювання реологічних параметрів і їх кількість. Реометри є високочутливими приладами для вимірювання взаємодії між частинками ґрунту в оброблюваному шарі. Застосування реометру для вивчення мікроструктури показана у великому ряді робіт [3, с. 28].

Для дослідження в'язкопружних властивостей чорнозему використано метод амплітудної розгортки з вимірювальною системою паралельних плато на модульному реометрі MCR-302. Досліджені зразки чорнозему типового Кіровоградської області (Україна), відібрані з ділянки необроблюваного поля. Ґрунтові зразки аналізували після добового капілярного зволоження. Зазначимо, що у модальних компактних реометрах (MCR), призначених для вирішення широкого спектра завдань, для забезпечення високої точності вимірювань в них використовуються мотори з повітряними підшипниками.

Результати дослідження залежності модулів пружності і в'язкості від деформації наведено на рис.1. Можна бачити, що модуль пружності і діапазон лінійної в'язкопружності цілинного ґрунту значно перевищують в порівнянні з ґрунтами, що постійно обробляються ($E - 10^6$ Па і $G - 10^5$ Па при нульовій деформації). Діапазон лінійної в'язкопружності цілинного ґрунту поширюється до 0.1% деформації, а для обробленої ділянки поля на порядок менше – до 0.02% деформації) руйнування структури (Точка рівності модулів) для цілинного ґрунту настає при деформації 20%, для ґрунту тривалого пара - при 8% деформації. Отримані дані свідчать про значну різницю в реологічній поведінці досліджуваних ґрунтів.

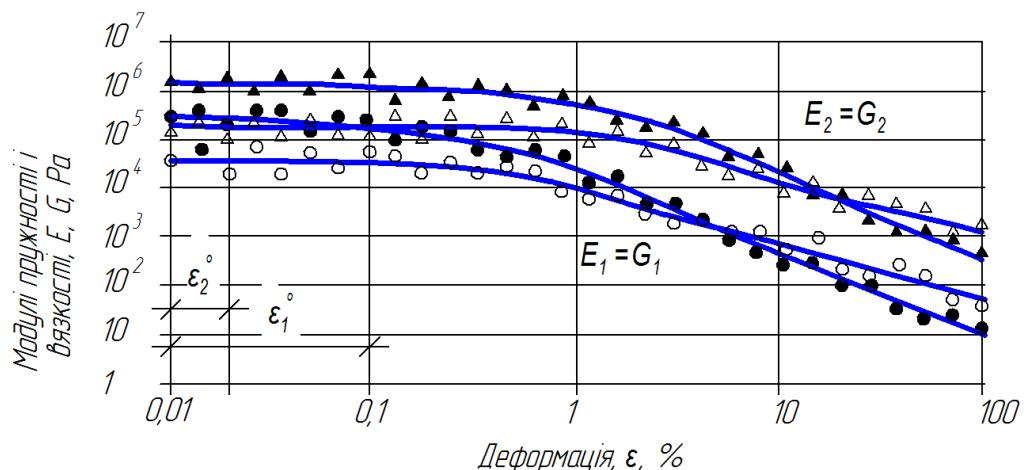


Рис.1 – Реологічні криві модулів пружності та в'язкості

E_1 , E_2 – модулі пружності ґрунту необробленої і обробленої ділянок поля

G_1 , G_2 – модулі в'язкості ґрунту необробленої і обробленої ділянок поля

ε_1^0 , ε_2^0 – нульовий рівень деформації ґрунту необробленої і обробленої ділянок поля

Проведені дослідження підтверджують той факт, що реометри є

високочутливими приборами для вимірювання взаємодії між частинками, що безумовно, надає можливість більш точно прогнозувати початкові зміни в структурі ґрунтів під час взаємодії з різальними елементами РОГМ.

Досліджено розподіл напружень у горизонтальній площині, який показаний на рис. 2., з якого видно, що концентрація напружень спостерігається в нижній частині перед різальною крайкою. Характер розподілів ізобар перед деформатором аналогічний ізолініям напружень, що виникає в піщаному ґрунті під дією штампів або вертикальних ножів, які були отримані експериментальним шляхом різними авторами [4, с. 123].

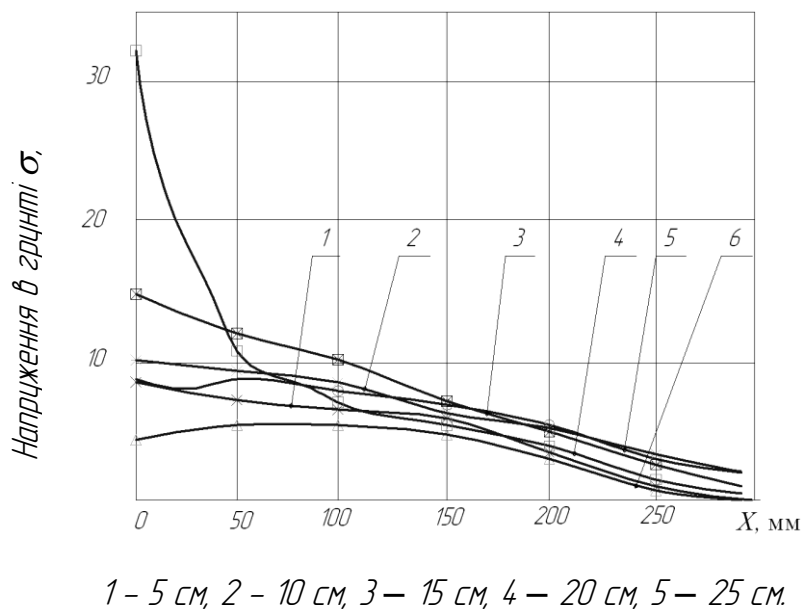


Рис. 2 – Залежність величини напруження перед горизонтальним РЕ щілинорізу на різній його глибині

Експериментальні результати свідчать, що закономірності розподілу величини напруження в ґрунті з відстанню від робочої поверхні РОГМ залежать як від типу РОГМ, так і глибини шару ґрунту.

При дії РОГМ поверхня руйнування ґрунту розвивається неоднозначно, має ступінчастий характер, залежний від швидкісного режиму обробітку. Звісно, що кількість впливових чинників при цьому зростає, динамічного характеру набувають силові фактори, спостерігаються значні динамічні коливання частинок ґрунту та інші. Величина і напрям руйнівної сили при

цьому мають стохастичний характер, а тому більш доцільно використати енергетичний підхід, тобто провести оцінку енергії, що витрачається на обробіток ґрунту. Доцільним є використання енергії по Гріффитсу, що витрачається на руйнування матеріалу з формуванням тріщин.

Література:

1. Аулін В.В., Тихий А.А. (2017) Трибофізичні основи підвищення зносостійкості і надійності робочих органів ґрунтообробних машин з різальними елементами: монографія, Кропивницький: Вид. Лисенко В.Ф., 2017. – 279 с.
2. Аулін В.В., Тихий А.А. (2016) Динамика износа режущих элементов рабочих органов почвообрабатывающих машин при взаимодействии с почвой Motrol. Commision of Motorization and Energetics in Agriculture – 2016. – Vol.18. №2 – С. 41-48
3. Аулін В.В. (2014) Вибіркове зношування робочих органів ґрунтообробних та землерийних машин як відображення стохастичної природи їх взаємодії з частинками ґрунту / В.В. Аулін, В.А. Настоящий, А.А. Тихий / Зб. наук. праць Укр. держ. академії залізн. транспорту . – 2014. – Вип. 148. – С.25-33.
4. Аулін В.В. (2013) Вплив зміни стану та властивостей ґрунту на знос робочих органів, що працюють на різній глибині / В.В. Аулін, А.А. Тихий // Проблеми трибології (Problems of tribology). – Хмельницький: ХНУ. – 2013. – №1 – С.120-126.