

ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСТІЙКОГО РУХУ ГРУНТООБРОБНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМ НА ФІЗИЧНИХ МОДЕЛЯХ

Пастухов В.І, д.т.н., проф., Скофенко С.М., к.т.н., доц., Зиков В.В., інж.
*Харківський національний технічний університет сільського господарства
імені Петра Василенка*

*Запропоновано підхід до дослідження поздовжньо-вертикальної
стійкості руху механічних систем з використанням фізичного моделювання.*

Проблема. При експлуатації механічних систем «трактор-начіпка-плуг», «трактор-начіпка-культиватор» та ін. виникає проблема стійкості руху начіпного знаряддя в поздовжньо-вертикальній площині. Стійкість або стійка рівновага виконавчого органу – це здатність самовідновлювати стан усталеного руху в процесі виконання технологічної операції після раптового порушення останнього деяким силовим фактором. Така властивість пов'язана зі сталістю глибини обробітку та її рівномірністю. Статична стійкість є найважливішою характеристикою ґрунтообробного знаряддя, оскільки визначає усталений рівномірний режим його роботи і забезпечує дотримання агротехнічних правил щодо операції, для виконання якої її створено.

Аналіз досліджень. При роботі ґрунтообробних машин як у виробничих умовах, так і під час польових досліджень, глибину ходу їх робочих органів у ґрунті та оцінку сталості заданої глибини обробітку визначають досить приблизно. Складність таких замірів пов'язана з наявністю мікро- та макронерівностей поверхні поля, різним ступенем щільності ґрунту, наявністю пожнивних решток та бур'янів. Разом з тим контрольні заміри повинні бути досить точними, оскільки агротехнічні умови до оранки диктують максимально допустимі відхилення глибини обробітку в межах ± 2 см. Неточності при таких замірах можуть впливати на якість досліджень і, як наслідок, призводити до хибного висновку щодо ефективності схеми орного МТА.

Мета досліджень. Первинною метою при дослідженні нестійкого руху механічних систем для виключення неточностей вимірювань досліджуваних показників якості обробітку ґрунту, які виникають в польових умовах, розроблено комплекс фізичних моделей орного МТА з різними варіантами структурної схеми начіпного пристрою (кінематичні моделі) [1,2].

Наступною метою буде фізичне моделювання динамічної взаємодії між елементами системи при нестійкому русі в лабораторних умовах (динамічні моделі).

Основний зміст досліджень. Моделювання виконано в масштабі 1:10. Об'єктом моделювання є орний агрегат на базі трактора ХТЗ - 17021 з начіпним плугом ПЛН-5-35, де в якості серійного начіпного пристрою використовується важільна система у вигляді замкненого шарнірного чотириланковика (рис.1).

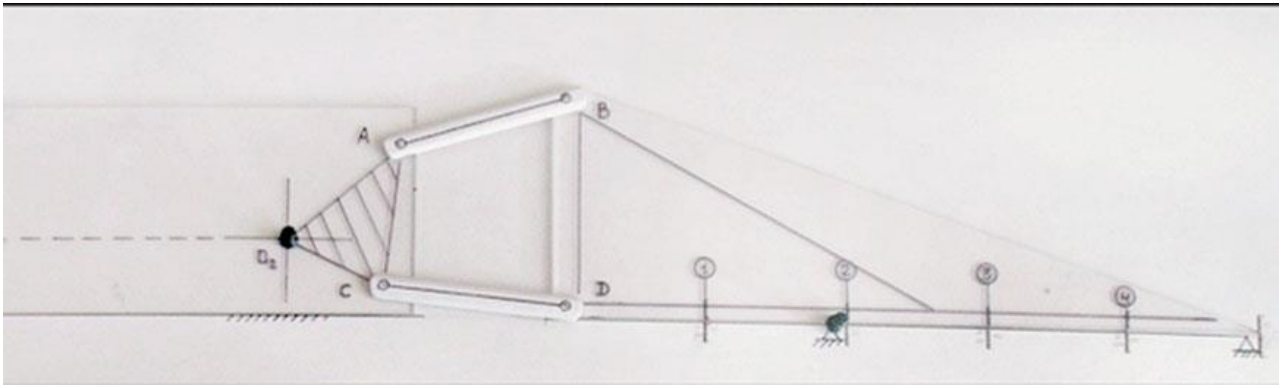


Рис. 1 – Фізична модель механічної системи «трактор – начіпка – плуг». Об'єкти моделювання – трактор ХТЗ-17021 з серійним начіпним пристроєм та плуг ПЛН-5-35. Модель виконано в поздовжньо-вертикальній площині (фото)

Аналізуючи розробки та дослідження різних варіантів оформлення начіпки в орних агрегатах, прийшли висновку, що незалежне пристосування до рельєфу поля начіпної машини та трактора можна отримати в тому випадку, якщо для їх сполучення використана одна шарнірно закріплена до остова трактора та рами ґрунтообробної машини ланка, а машина має два опорних колеса, які встановлено біля переднього та заднього корпусів, тобто начіпний плуг у робочому положенні рухався б як причіпний, максимально копіюючи макрорельєф поля. Якщо умовно вважати, що передніми опорними колесами плуга є задні колеса трактора, а опорне колесо плуга змістити до його п'ятого корпусу, то отримаємо варіант, коли начіпний плуг буде рухатись як причіпний – розроблена схема орного МТА.

Для кінематичного аналізу моделей з серійною та розробленою схемами (рис. 2), що умовно рухаються по поверхні з макронерівностями, розглянемо окремі положення трактора та плуга, котрі вони займають під впливом нерівностей. Суміщення таких положень повинно моделювати дійсний поздовжній кутовий рух орного МТА по нерівній поверхні.

Для визначення факторів впливу на поздовжні кутові переміщення рами плуга розглянемо рух орного агрегату по нерівній поверхні поля, за наявності макронерівностей поверхні, тобто коли довжина нерівностей відповідна або більша за довжину агрегату. Коли передні колеса трактора заходять на підйом, а задні колеса та плуг знаходяться на горизонтальній площині, починає змінюватись нахил остова трактора на кут $\Delta\alpha$, який передається на раму плуга, і викликає її кутове поздовжнє переміщення відносно осі опорного колеса плуга на величину $\Delta\varphi$ (рис. 3, а).

Після проходження початку підйому задніми колесами трактора кут нахилу його остова α починає змінюватись у зворотному напрямку, тобто фактор $\Delta\alpha$ продовжує впливати на стійкість руху системи. Одночасно з цим починає змінюватись вертикальна відстань H між осями задніх коліс трактора та опорного колеса плуга на величину ΔH (рис. 3, б). Така зміна буде відбуватись до моменту, поки остов трактора не займе горизонтальне положення, тобто буде присутній фактор ΔH , але фактор $\Delta\alpha = 0$ (рис. 3, в).

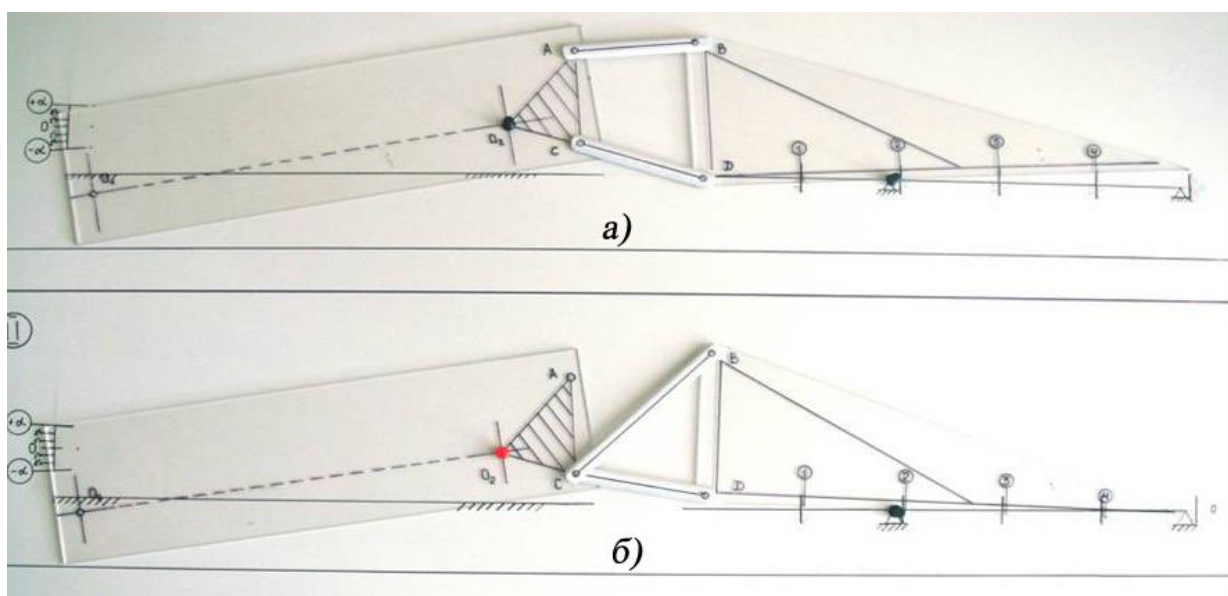


Рис. 2 – Стенд для проведення кінематичного аналізу передаточної функції начіпного пристрою:

а) серійної, б) розробленої структурних схем орного агрегату на фізичних моделях

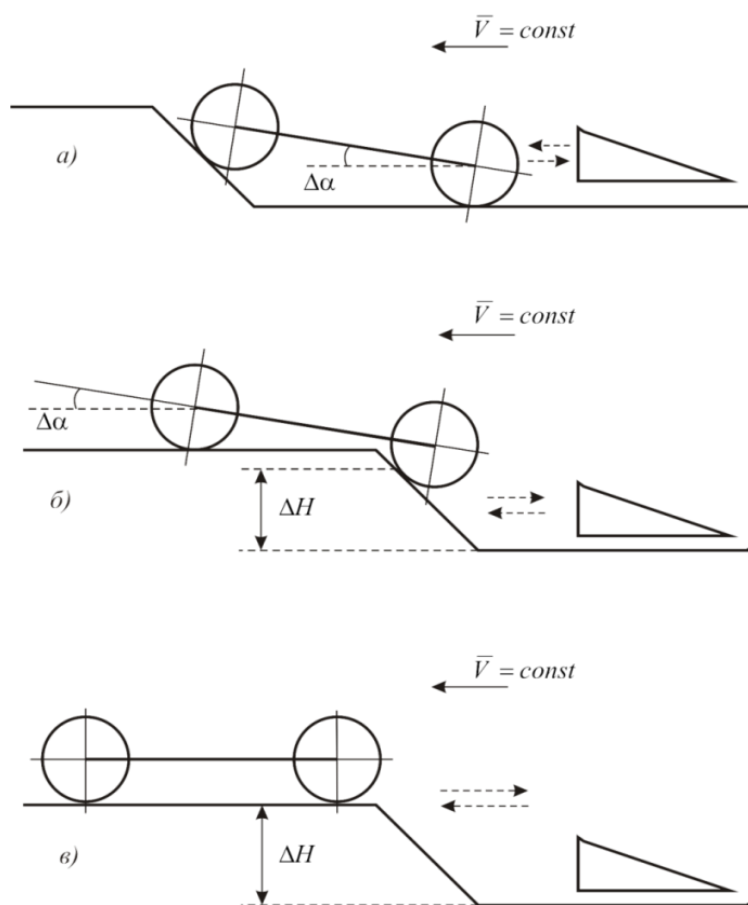


Рис.3 – До аналізу впливу кутового переміщення остова трактора на кутове відхилення рами плуга в поздовжньо-вертикальній площині; фактори впливу:

а) кут нахилу остова трактора $\Delta\alpha$; б) кут нахилу остова трактора $\Delta\alpha$ та відстань ΔH ; в) відстань ΔH .

Висновки. Суміщення наведених взаємних положень елементів системи буде моделювати дійсний поздовжній кутовий рух орного агрегату на поверхні з макронерівностями. Тобто, комбінуючи фактори впливу ΔH та $\Delta \alpha$ на фізичних моделях, можемо наближено визначити передаточну функцію різних варіантів оформлення структурної схеми орного МТА.

Застосовуючи наведений підхід можна змоделювати механічні системи різної компоновки і попередньо досліджувати стійкість руху виконавчого органу ґрунтообробної та інших типів машин. Використовуючи принципи динамічного моделювання до розроблених фізичних моделей можливо дослідити поздовжньо-вертикальну стійкість руху з урахуванням силових факторів.

Список використаних джерел

1. Скофенко С.М. Підвищення ефективності експлуатації орного агрегату при нестійкому русі. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук: 05.05.11 «машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Скофенко С.М. – Харків, 2010.
2. Слободюк В. Я. Теоретическое и экспериментальное исследование продольной устойчивости движения плуга при навеске с упругими элементами в верхнем звене: дис. ...кандидата технических наук: 05.20.01 «Механизация сельскохозяйственного производства» / Слободюк В.Я. – Харьков, 1964.

Аннотация

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕУСТОЙЧИВОГО ДВИЖЕНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ НА ФИЗИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ

Пастухов В.И., Скофенко С.Н., Зыков В.В.

Предложен подход исследования продольно-вертикальной устойчивости движения механических систем с использованием физического моделирования

Abstract

STUDIES OF UNSTABLE MOVEMENT MECHANICAL TILLAGE SYSTEMS ON PHYSICAL MODELS

V. Pastukhov ,S Skofenko, V. Zykov

The approach to the study of the longitudinal-vertical stability of motion of mechanical systems using physical modeling.