

УДК 631.313

О.І. Гапоненко, мол. наук. співр., асп.

Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва ім. Леоніда Погорілого, смт Дослідницьке, Київська обл.

Експериментальні дослідження роботи сферичного диска на пружному кріпленні

Для об'єктивної оцінки ефективності застосування пружних ланок кріплення робочих органів дискаторів виконано дослідження в польових умовах.

Описані умови і методи експериментальних досліджень, лабораторного пристосування та польового агрегату. Виявлено приховані вібраційні процеси з частотами 2 – 9 Гц. Вплив зростання поступальної швидкості агрегату (від 10 до 11,5 км/год), задає тенденцію до збільшення тягового опору (2%) та середньоквадратичного відхилення коливань (на 20%). Рекомендовано додавати 40 мм для врахування величини пружних зміщень при регулюваннях глибини обробітку.

Пружність кріплення спричиняє значні пружні зміщення, які надають динамічний характер руху робочого органу в ґрунті.

пружне кріплення, сферичний диск, зовнішня дія, динамічні ефекти, середньоквадратичне відхилення

А.И. Гапоненко

Украинский научно-исследовательский институт прогнозирования и испытаний техники и технологий для сельскохозяйственного производства имени Леонида Погорелого, пгт Доследницькое, Киевская обл.

Экспериментальные исследования работы сферического диска на упругом креплении

Для объективной оценки эффективности применения упругих звеньев в креплении рабочих органов дискаторов выполнены исследования в полевых условиях.

Приведено описание условий и методов экспериментальных исследований, лабораторного приспособления и полевого агрегата. Обнаружены скрытые вибрационные процессы с частотами 2 – 9 Гц. Влияние возрастания поступательной скорости агрегата (от 10 до 11,5 км/ч), обуславливает тенденцию роста тягового сопротивления (2%) и среднеквадратического отклонения (20%). Дана рекомендация учитывать величину упругих смещений при настройке глубины обработки, необходимо добавлять 40 мм.

Упругость крепления вызывает значительные упругие смещения, что придают динамический характер движению рабочего органа в почве.

упругое крепление, сферический диск, внешнее действие, динамические эффекты, среднеквадратическое отклонение

Постановка проблеми. Розвиток сільського господарства визначається рівнем його технічного потенціалу, що є сукупністю технічних засобів здатних виконувати певні обсяги робіт за відповідними технологіями. В сучасному землеробстві широко застосовуються ґрунтообробні агрегати з дисковими робочими органами. Динаміка руху сферичного диска в ґрунті залежить від конструкційного виконання його кріплення. При застосуванні пружних елементів виникають інтенсивні деформації вібраційного характеру, що знижують тяговий опір, але тільки правильний вибір параметрів пружних ланок дозволяє використати їх в повній мірі. Поза увагою дослідників лишилося питання теоретичного обґрунтування конструкційних та динамічних параметрів пружної ланки в кріпленні сферичних дисків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Експлуатаційні дослідження дискових ґрунтообробних агрегатів з пружними кріпленням робочих органів розглядають ефективність їх застосування. Знаряддя оцінюються за ступенем зниження тягового опору, по відношенню до агрегатів з жорстким кріпленням, зв'язок технологічних властивостей з параметрами пружних ланок не встановлювався [1 — 3]. Як наслідок — незадовільна робота знаряддя при застосуванні підходів до проектування машин, як прямого копіювання закордонних зразків техніки.

Необхідність та особливості нового підходу врахування жорсткості кріплення диска, розглянуто раніше [4, 5]. Формалізована схема процесу встановлює структурні взаємозв'язки між якісними показниками роботи та параметрами пружної ланки [6]. Взаємозв'язки у вигляді математичних залежностей розкриває розроблена нелінійна динамічна модель руху пружного кріплення, що дозволяє обґрунтувати конструкційні параметри [7]. На наступному етапі необхідно провести експериментальну перевірку.

Метою експериментальних досліджень було визначення динамічних характеристик пружно закріпленого сферичного диска в польових умовах.

Виклад основного матеріалу. Для досягнення поставленої мети сформульовано завдання експериментів:

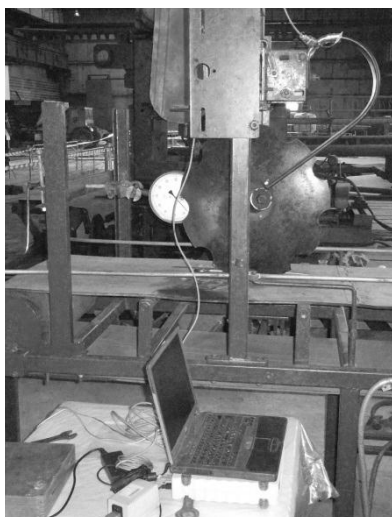
- дослідити вплив конструкційних параметрів пружної ланки на якісні та енергетичні показники процесу при наявних властивостях оброблюваного ґрунту;
- вплив швидкості руху агрегату на енергетичні показники роботи пружної ланки;
- встановлення оптимальних режимів роботи дискатора з пружними ланками в умовах типових для півночі України.

Методика досліджень. У відповідності з поставленою метою і завданнями програмою експериментальних досліджень передбачено:

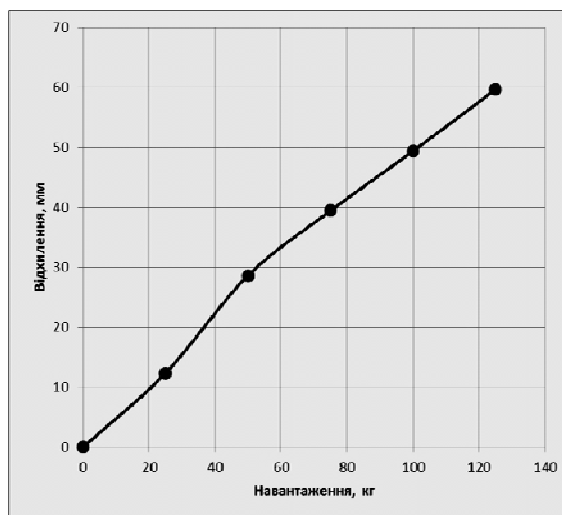
- визначення фізико-механічних властивостей оброблюваного ґрунту та особливостей поля;
- аналіз власних частот вільних коливань у вільному стані, вимірювання при робочих заїздах, отримання середніх значень, середньоквадратичних відхилень (СКВ);
- дослідження якісних та енергетичних показників процесу взаємодії пружно закріпленого сферичного диска з ґрунтом при різних швидкостях руху агрегату.

За основу методики дослідження якісних показників узятو галуzeвий нормативний документ СОУ 74.3-37-155:2004 [8].

Визначення характеристик жорсткості проводилося на спеціально спроектованому і виготовленому пристосуванні з механізмом статичного навантаження. Сила вимірювалася динамометром; одночасно вимірювалися зміщення підшипникового вузла (рис. 1, а). За результатами вимірювань побудовано графіки залежності відхилення робочого органу від навантаження, жорсткість пружної ланки складає 2 кг/мм (рис. 1, б).



а



б

Рисунок 1 – Пристосування для дослідження властивостей пружного кріплення сферичних дисків (а), графік залежності відхилення від навантаження (сила зовнішньої дії) (б).

Структуру інформаційного потоку динамічних навантажень вимірювалася способами тензометрування. Прийняття методики дозволяє уникнути застосування спеціальних ланок між рамою і кріпленням, які б спотворили характеристики жорсткості. Тарування тензорезисторів проводилося статичним навантаженням. Датчики з'єднувалися за схемою «повний міст» і підключалися до входу програмно-апаратного комплексу SPIDER-8 з програмним забезпеченням CatMan 4.5. Комплекс здійснює опитування датчиків з частотою 250 Гц, аналогово-цифрове перетворення сигналів та формування цифрового масиву в форматі *.xls.

Умови досліджень. Експериментальні дослідження проводилися в польових умовах під час знищення сходів падалиці зернових культур. Досліджувана пружна ланка кріпилася до рами агрегату ДЛ-2,5 і з'єднувалася з апаратурою поміхо-захисним кабелем (рис.2).



Рисунок 2 – Пружна ланка на дискаторі під час польових випробувань

Тип ґрунту — чорнозем глибокий середньо суглинковий мало гумусний. Твердість ґрунту середня по шарах 0,6 МПа, вологість ґрунту по відповідним шарам складала 17%, що відповідає умовам північної зони землеробства України.

Результати досліджень показують, що рух пружно закріпленого диска під зовнішньою дією змінних природних характеристик ґрунту (твердості, вологості та ін.) має коливальний характер, що визначає величину тягового опору (рис.3).

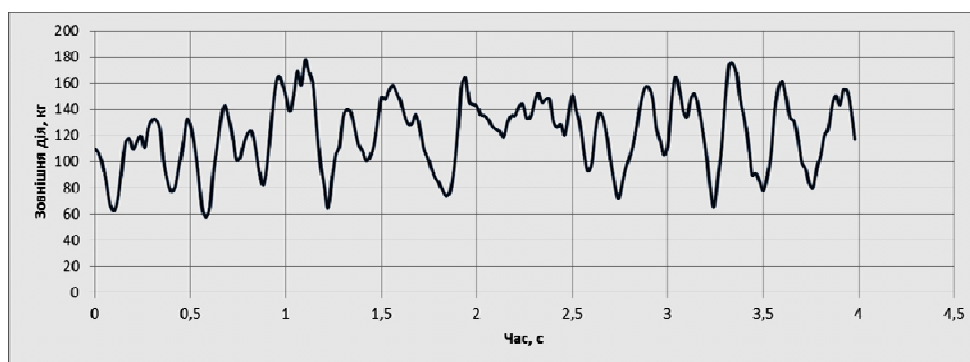
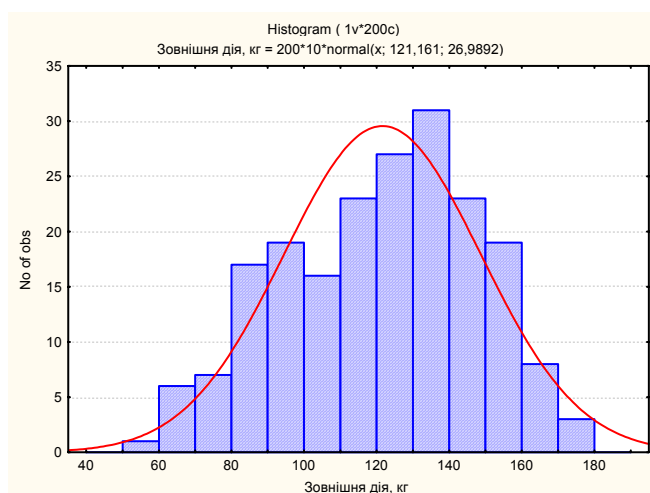


Рисунок 3 – Перебіг процесу реакції пружної ланки на зовнішню дію

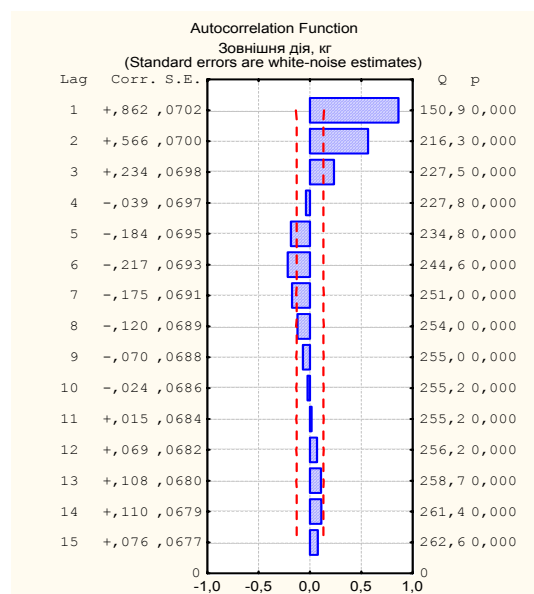
Аналізуючи дані (рис. 3) можна сказати, що коливальний процес здійснюється навколо положення динамічної рівноваги вираженої середнім за час дослідження значенням 120 кг, розподіл відносно середнього має стохастичний характер, середньоквадратичне відхилення (СКВ) 27 кг.

Результати експериментів оброблено з використанням програмних пакетів Microsoft Excel та Stat Soft Statistica.

Розподілу величини зовнішньої дії відносно середнього у розгляді гістограми відмінний від нормального закону (близький до розподілу Вейбула - Гнеденко), що свідчить про наявність прихованих періодичностей і підтверджується характером автокореляційної функції процесу (рис. 4).



а



б

Рисунок 4 – Характеристики кількісних показників процесу: гістограма (а); автокореляційна функція (б)

Виокремлення прихованих періодичностей із спектру процесу і їх розгляд за потужністю коливань виконується швидким перетворенням Фур'є. Спектральний аналіз коливань пружної ланки, у порівнянні з коливаннями у вільному стані, показує зменшення власної частоти коливань від 4,3 до 3,5 Гц (головна частота), появу коливань від взаємодії суміжних робочих органів та динаміки руху агрегату (рис. 5).

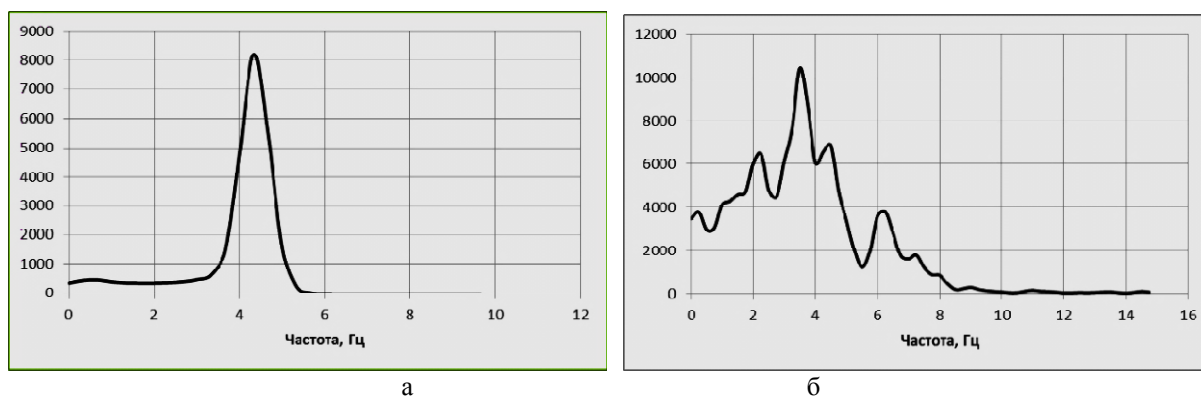
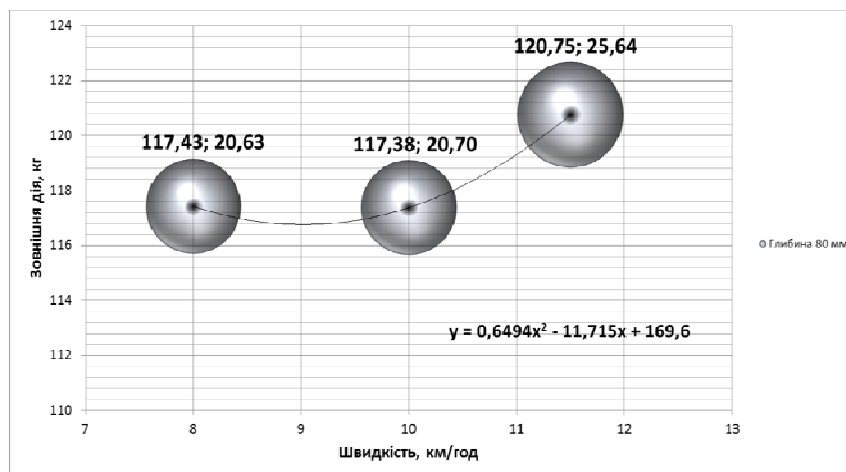


Рисунок 5 – Спектральний аналіз вільних коливань пружної ланки (а) та коливань під час польових досліджень (б)

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що при підвищенні робочої швидкості руху до 10 км/год тяговий опір не змінюється. При подальшому підвищенні швидкості збільшується СКВ коливань (на 20 %), внаслідок чого проявляється тенденція зростання тягового опору (рис. 6). Тобто, енергоефект залежить не тільки від середнього значення, а й від середнього квадратичного відхилення (СКВ).

Зростання зовнішньої дії ґрунтового середовища на пружно закріплений сферичний диск викликає його відхилення і призводить до зменшення дії, в свою чергу відновлюючи сила пружності повертає робочий орган. Наявність такого зворотного зв'язку пояснює енергетику технологічного процесу обробітку ґрунту робочими органами з пружним кріпленням та відкриває перспективи для розв'язання оптимізаційної задачі.



значення над бульбашками: перша цифра – середнє значення; друга — СКВ; розмір бульбашки пропорційний СКВ

Рисунок 6 – Залежність зовнішньої дії (тягового опору) та параметра коливального процесу від поступальної швидкості агрегату

Висновки. Експериментально встановлено, під час роботи пружність кріплення спричиняє значні пружні зміщення, які надають динамічний характер руху робочого органу в ґрунті утворюючи вібраційні процеси на частотах 2 – 9 Гц, внаслідок чого їх можна вважати істотним енергетичним фактором. Збурення коливань від демфуючих властивостей ґрунту відбувається на частотах близьких до власної частоти системи і взаємодіють з вимущеними.

Аналіз впливу швидкості руху агрегату на енергетичні показники роботи пружної ланки показує тенденцію до зростання та залежність від параметра коливань – середньоквадратичного відхилення.

За результатами експериментальних досліджень рекомендовані такі основні раціональні параметри: жорсткість стійки – 2 кг/мм, глибина обробітку – 80 мм, швидкість руху агрегату – до 11,5 км/год. Для практичного втілення слід враховувати величину пружних зміщень при регулюваннях глибини обробітку, до визначеної величини додавати 40 мм.

Список літератури

1. Гриненко О., Маринін С. Доцільність використання ґрунтообробних агрегатів з гнучким кріпленням робочих органів // Техніка і технології АПК, №2(17), 2011. – С. 32 – 33.
2. Гриненко О. Дослідження впливу гнучкого кріплення робочих органів дискових ґрунтообробних знарядь на глибину їх роботи // Техніка і технології АПК, №8(23), 2011. – С. 19.
3. Гриненко О., Лебедев С. Дослідження коливань дискових ґрунтообробних знарядь // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Зб. наук. пр. Українського науково дослідного інституту прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва (УкрНДІПВТ). – Дослідницьке, 2011. – Вип. 15 (29). – С. 50 – 53.
4. Гапоненко О.І. Аналіз конструкції пружних стійок сферично-дискових робочих органів: матеріали VIII-ї міжнародної науково-практичної конференції молодих учених, аспірантів і студентів [«Перспективна техніка і технології -2012»], (м. Миколаїв, 19-22 вересня 2012р.) / М-во аграр. пол. та прод. України, Миколаївський держ. аграр. ун-т; редкол.; В.І. Гавриш [та ін.]. — Миколаїв: Миколаївський держ. аграр. ун-т, 2012. – С. 73.
5. Гапоненко О.І. Визначення параметрів пружинної стійки дискового робочого органу: Матеріали XX Міжнародної науково-технічної конференції «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві» та VII Всеукраїнської конференції-семінару аспірантів, докторантів і здобувачів у галузі аграрної інженерії 22-24 травня 2012року. Глеваха, 2012. – С. 19-20.
6. Гапоненко А. К формализации процесса взаимодействия сферического диска с почвой // An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery / MOTROL Commission of motorization and energetics in agriculture – Lublin – Rzeszow; 2012. – С. 45 – 49.
7. Гапоненко О. І. Теоретичне обґрунтування параметрів пружних стійок для сферичних дисків // Механізація та електрифікація сільського господарства: Міжвідомчий тематичний науковий збірник / ННЦ «ІМЕТГ» — Глеваха, 2013 — Випуск 100, т. 1, С. 187 – 192.
8. СОУ 74.3-37-155:2004 Випробування сільськогосподарської техніки. Машини і знаряддя для обробітку ґрунту. Методи випробувань. – Київ: Мінагрополітики України 2006р.

Aleksandr Haponenko

State scientific organization “Leonid Pogorilyy Ukrainian Scientific Research Institute of Forecasting and Testing of Machinery and Technologies for Agricultural Production” (L. Pogorilyy UkrNDIPVT), Doslidnitske, Kyiv region.

Experimental researches of the spherical disk on an elastic mount

The researches in the field, elastic links mounting the working bodies of disc harrows for an objective assessment of effectiveness of their use.

The description of the conditions and methods of experimental research. The characterization was carried out on the elasticity of the special device with a mechanism Static force application. An analysis of the histogram and the autocorrelation function of the workflow found hidden periodicity at 2 - 9 Hz. Found that the increase of forward speed of the unit (10 to 11.5 km / h), which tends increase tractive resistance (2%) and standard deviation (20%). Mean value of the external action of the soil environment by working body 118 kg with a standard deviation of 21 kg. The recommendation to consider the value of the elastic displacement when setting the working depth should to add 40 mm.

The elasticity of the elastic mounting causes significant bias that forms the a dynamic character the movement of the working body in the soil.

elastic mount; spherical disk, external action, the dynamic effects, the standard deviation