

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Пастухов В.І., д.т.н.

Харківський національний університет ім. В.В. Докучаєва,

Скофенко С.М., інженер,

Фесенко Г.В., к. т. н,

Піскарьов О.М., інженер,

Качанов В.В., інженер

*Харківський національний технічний університет сільського госпо-
дарства імені Петра Василенка*

Тел. (0572)7003888

Анотація – розглянуто питання вимірювання та реєстрації основних показників якості обробітку ґрунту при застосуванні в схемі ґрунтообробного МТА експериментальної начіпної системи.

Ключові слова – ґрунтообробний МТА, начіпна система, якість обробітку ґрунту, вимірювально – реєструюча система.

Проблема. Ефективність роботи ґрунтообробного МТА визначається технологічними, енергетичними та експлуатаційними показниками. Оптимальне співвідношення зазначених показників характеризує досконалість конструктивної схеми розробленого агрегату. Але з зазначених показників ефективності агрегату, на наш погляд, домінуючим повинен бути показник якості технологічної операції, для виконання якої безпосередньо і створена ґрунтообробна машина. В наших дослідженнях таким показником є відхилення глибини обробітку ґрунту від заданої та рівномірність обробітку.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Виконання технологічної операції з основного обробітку ґрунту ґрунтообробними МТА на базі потужних енергомодулів з багатокорпусними начіпними плугами за умов наявності макронерівностей оброблюваної поверхні поля проводиться з порушенням агротехнічних вимог [1,2]. Це стосується забезпечення заданої глибини оранки і особливо її рівномірності. Відхилення від середньої глибини обробітку при роботі з багатокорпусними плугами на нерівній поверхні поля перевищують допустимі в декілька разів. Не відповідає агротехнічним вимогам і рівномірність

глибини оранки. Показник рівномірності глибини оранки - середньоквадратичне відхилення значно перевищує оптимальне ± 1 см.

З метою покращення показників якості обробки ґрунту в Харківському національному технічному університеті сільського господарства ім. Петра Василенка на базі лабораторії з оптимізації застосування сільгосптехніки кафедри експлуатації машинно-тракторного парку і кафедри теоретичної механіки та деталей машин з однієї сторони та відкритим акціонерним товариством «Харківський тракторний завод ім. С.Орджонікідзе», відділ генерального конструктора з другої, була розроблена конструкція та виготовлена експериментальна начіпна система [3] (рис.1), теоретичні дослідження якої на математичній та фізичній моделях наведені в[4,5].

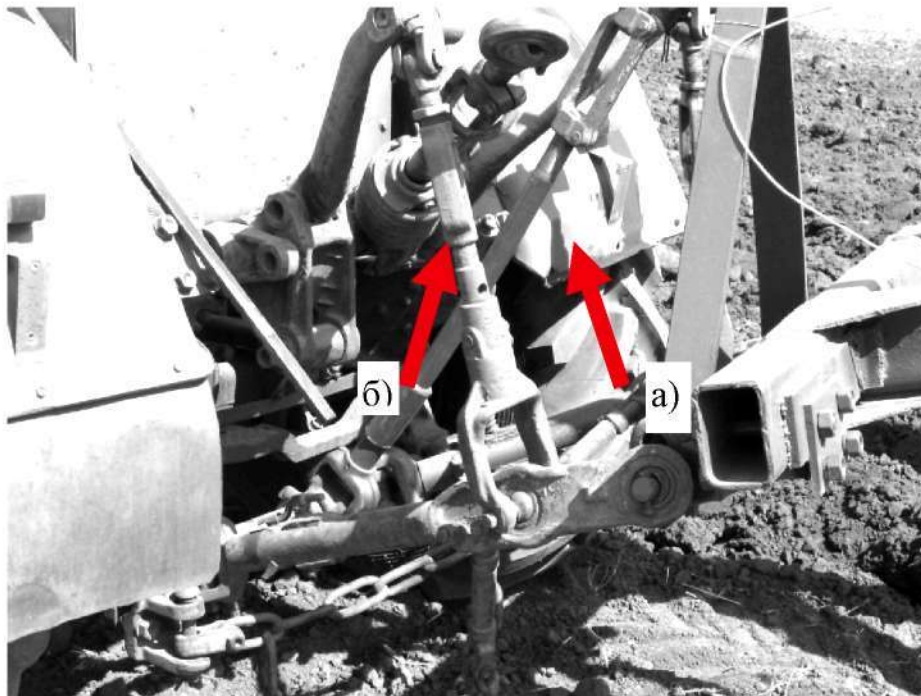


Рис. 2. Експериментальний начіпний пристрій:
а) верхня поздовжня тяга експериментального начіпного пристрою; б) верхня поздовжня тяга серійного начіпного пристрою.

Мета досліджень. Основною метою експериментальних досліджень роботи орних агрегатів зі стандартною та експериментальною схемами механічної системи «трактор–начіпка–ґрунтообробна машина» була перевірка правильності теоретичних висновків і ефективності створених на підставі цих висновків розробок. Одночасно перевірялась адекватність запропонованих математичних моделей, як кінематичної так і динамічної, до досліджуваних ґрунтообробних МТА з різними схемами їх оформлення в поздовжньо-вертикальній площині.

Основний зміст досліджень. Харківський тракторний завод є розробником та виробником найбільш розповсюджених тракторів загального призначення класу 3 тони Т-150К та ХТЗ-17021. В основному на базі цих потужних енергомодулів вітчизняного виробництва формують вискоєфективні ґрунтообробні МТА. Але якість роботи на операціях з основного обробітку ґрунту таких агрегатів на нерівній поверхні поля не відповідає агротехнічним вимогам.

Визначення параметрів експериментальної начіпної системи проводилось на основі аналізу впливу кінематики існуючих начіпних систем орних та орно-просапних тракторів на якість виконання технологічної операції з основного обробітку ґрунту. На основі цього аналізу були розроблені параметри експериментальної начіпної системи, котрі в свою чергу були використані для досліджень якості обробітку на динамічній математичній моделі експериментального МТА. Основні конструктивні дані стосовно експериментальної схеми орного агрегату, отримані в результаті проведених теоретичних пошукових робіт було передано в конструкторський відділ Харківського тракторного заводу в співдружності з яким проводились роботи з розробки начіпної системи тракторів сімейства ХТЗ.

З метою мінімізації негативного впливу макронерівностей рельєфу поля на якість обробітку ґрунту було виготовлено і встановлено на трактор експериментальний зразок нової начіпної системи. Розроблено схему і відповідно до неї проведено реконструкцію серійного п'ятикорпусного плуга ПЛН-5-35 (рис.3) з метою реалізації декількох варіантів структурної побудови системи «трактор – начіпка – плуг».



Рисунок 3 – Експериментально-дослідний плуг ПЛН-5-35.

Надалі досліджувалась робота ґрунтообробного МТА як механічної системи «трактор – начіпний пристрій – ґрунтообробна машина» в лабораторно – польових умовах. Досліджуваний агрегат складався з трактора ХТЗ-17021(Т-150К) та експериментально-дослідного плуга ПЛН-5-35 (ПУН-5-40) (рис. 4).

Експериментальні дослідження проводились в два етапи. На першому етапі визначалась роботоздатність експериментальної начіпної системи і основні показники якості оранки, як то: глибина і рівномірність обробітку ґрунту. На другому етапі досліджень визначались експлуатаційно-технологічні показники орних агрегатів з серійною та експериментальною начіпними системами.



а)



б)

Рисунок 4 – Загальний вид експериментального ґрунтообробного МТА на базі:

а) трактора Т-150К з плугом ПЛН-5-35;

б) трактора ХТЗ-17021 та плуга ПУН-5-40.

Перший етап досліджень проводився на учбовому полігоні ХНТУСГ ім. Петра Василенка. Об'єктом досліджень був орний агре-

гат на базі трактора Т-150К з начіпним п'ятикорпусним експериментально – дослідним плугом ПЛН-5-35. Для проведення порівняльної оцінки рівномірності обробки ґрунту МТА з серійною та експериментальною начіпними системами безпосередньо під час руху агрегату в загінці було розроблено мобільний вимірювально-реєструючий комплекс (рис. 5).

За результатами проведених теоретичних досліджень розроблено експериментальний варіант структурної схеми ґрунтообробного МТА, в якій передбачається розміщення польового колеса плуга біля його п'ятого корпусу. Для реалізації такої експериментальної схеми та для проведення досліджень якості обробки в порівнянні зі стандартною в польових умовах, конструкцію серійного плуга ПЛН-5-35 було доповнено кронштейном для встановлення додаткового польового колеса серійної компоновки.



Рисунок 5 – Вимірювально – реєструючий комплекс для досліджень рівномірності обробки ґрунту:

1 – колесо-копір; 2 – датчик-перетворювач; 3– аналого-цифровий перетворювач; 4 – реєструючий пристрій (ноутбук).

В залежності від варіанту досліджуваної структурної схеми орного агрегату одне з двох польових коліс плуга налаштовується як опорне, а інше слугує в якості механічного датчика (рис. 6). У цьому випадку вертикальна стійка польового колеса розблоковується відносно рами плуга, для цього розмикається гвинтова кінематична пара, передбачена у серійному варіанті для регулювання глибини оранки. Під час руху агрегату в загінці вісь колеса-датчика разом зі стійкою здійснює вертикальний поступальний рух відносно рами плуга, умовно сумуючи коливання глибини оранки і коливання макронерівностей необробленої поверхні поля. Але оскільки порівняльні дослідження

варіантів начіпки проводяться за однакових умов макрорельєфу, тобто обидва варіанти структурних схем начіпки досліджуються в одній загінці, то вплив безпосередньо показників макронерівностей рельєфу для порівнювальних варіантів можна виключити.

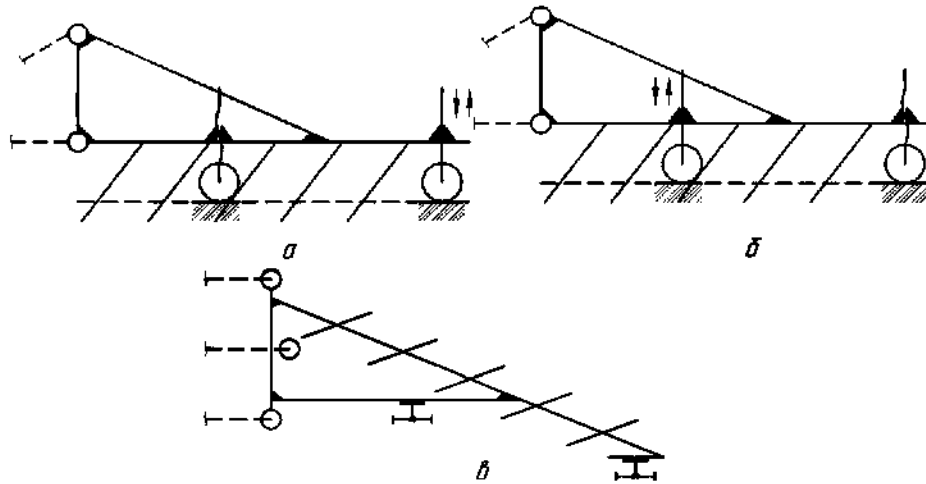


Рисунок 6 – Варіанти оформлення структурної схеми експериментально-дослідного плуга на базі ПЛН-5-35 в поздовжньо-вертикальній площині:

- а) експериментальна схема (опорне колесо біля п'ятого, колесо-датчик біля другого корпусу); б) стандартна схема (опорне колесо біля другого, колесо-датчик біля п'ятого); в) структурна схема плуга в поздовжньо-горизонтальній площині.

Вимога щодо дослідження якості обробітку, зокрема рівномірності глибини оранки ґрунтообробного МТА з різними структурними схемами в ідентичних умовах (однаковий макрорельєф, вологість та твердість оброблювальної поверхні і т. ін.), поставила досить жорсткі вимоги щодо оперативності налаштування мобільного вимірювально-реєструючого комплексу, зокрема його механічної вимірювальної частини. Для забезпечення плаваючої установки границь вимірювання рівномірності обробітку, швидкого блокування та розблокування механічної частини датчика з електричною безпосередньо в польових умовах, можливості виключення руйнівного руху в механічній частині вимірювальної системи внаслідок наднормативних зазорів в конструкції серійного польового колеса, проведення тарування системи в загінці без переобладнання і можливості швидкого переобладнання опорного колеса у вимірювальне та навпаки, було розроблено і на лабораторній базі кафедри теоре-

тичної механіки і деталей машин, ХНТУСГ ім. Петра Василенка виготовлено датчик-перетворювач (рис. 7).

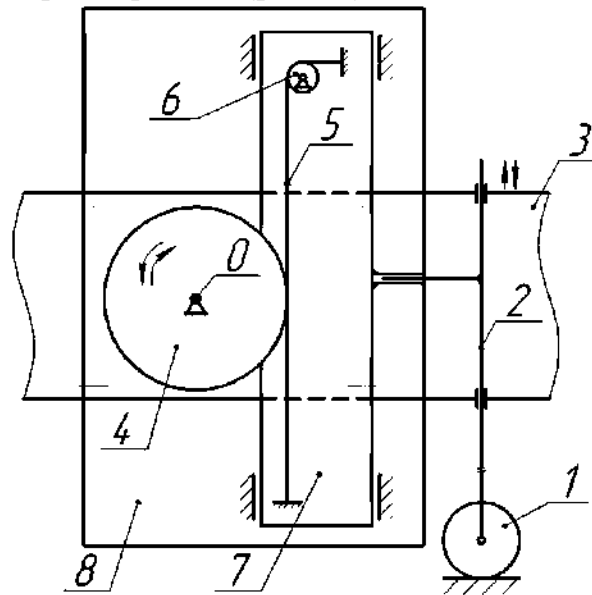


Рисунок 7 – Структурна схема датчика-перетворювача коливань глибини обробітку ґрунту:

- 1 – колесо-копір; 2 – стійка колеса; 3 – рама плуга;
4 – шків-перетворювач; 5 – стальна струна; 6 – натяжний пристрій; 7 – напрямна платформа; 8 – базова платформа.

На базовій платформі 8, котра жорстко закріплена на рамі плуга 3 співвісно (точка 0) розміщено шків-перетворювач 4 та резистор (на схемі не зображено). Їх з'єднання виконано за допомогою пружинної запобіжно-компенсуючої муфти. В торцьовий паз шківа 4 укладено стальну струну 5, котра на своїх кінцях жорстко закріплена стопорними гвинтами на рухомій напрямній платформі 7. Для встановлення границь вимірювання глибини обробітку передбачено натяжний пристрій 6, котрий дозволяє блокувати або розблоковувати шків-перетворювач 4 через стальну струну 5 з базовою платформою 8 та напрямною платформою 7. Розблокувавши (послабивши натяг струни) натяжним пристроєм ці платформи, переміщуючи напрямну платформу при нерухомому шкові-перетворювачі, встановлюють межі вимірювань на резисторі. Хід напрямної платформи – 300мм. Оскільки відхилення глибини оранки від заданої можливі як в сторону збільшення, так і зменшення, початкове положення системи встановлюють на можливих переміщеннях ± 150 мм. Після чого, блокуючи напрямну платформу і шків-перетворювач, виконують тарування системи: роз'єднують механічний зв'язок між стійкою 2 та напрямною платформою і встановлюють останню в крайні положення, котрі фіксуються реєструючою системою, пульт керування котрою розміщено в кабіні

трактора. Під час руху експериментального орного агрегату в загінці колесо-копір постійно контактує з необробленою поверхнею поля і будь яке кутове відхилення рами плуга відносно його опорного колеса буде викликати вертикальне переміщення стійки колеса-копіра відносно рами плуга. Це поступальне переміщення за допомогою перетворюючого пристрою вже у вигляді кутового фіксується датчиком - резистором і далі у вигляді електричного імпульсу обробляється и записується вимірювально-реєструючою системою на ноутбук як залежність $\Delta h_i = f(t)$ і видається в графічній формі, де Δh_i - відхилення глибини оранки від початкової (заданої).

При проведенні експериментальної частини дослідницьких робіт безпосередньо в полі використовують вимірювально-реєструючу систему, котра здебільшого містить декілька стандартних пристроїв: осцилограф, спектр-аналізатор, самописець, логічний аналізатор (генератор). Кожний такий пристрій, окрім наявності інтерфейсного роз'єму та індивідуального джерела живлення, вимагає створення окремого місця, де будуть розміщуватись названі вимірювальні пристрої. Створення такого вимірювально-реєструючого комплексу в польових умовах є складною затратною задачею, котра реалізується в створенні автономного пересувного комплексу з розміщенням елементів комплексу в кабіні трактора, що, в свою чергу, призводить до суттєвого ускладнення проведення лабораторно-польових досліджень, збільшення їх вартості та зменшення надійності.

Для усунення вищеназаних недоліків при проведенні експериментальних лабораторно-польових досліджень на першому їх етапі, де визначалась роботоздатність експериментальної начіпної системи і основні показники якості обробітку ґрунту, було розроблено і застосовано мобільний вимірювально-реєструючий комплекс (рис.6), до складу якого входить електронна вимірювальна система.

Загальна структурна схема вимірювальної системи (рис. 8) складається з датчика (Д), аналого-цифрового перетворювача (АЦП) та персонального комп'ютера (ПК). Робота системи починається з подачі живлення на датчик, далі завантажуються програмне забезпечення, яке керує роботою АЦП та виконує інші операції з обробки та запису сигналу від датчика. У загальному вигляді система працює у режимі електронного самописця.



Рисунок 8 – Структурна схема вимірювальної системи.

Аналоговий сигнал, котрий зчитується з резистора перетворюючого пристрою є безперервною функцією часу. Для отримання значень коливань глибини обробітку в деякий момент часу необхідно мати частоту вибірки цифрових значень з аналогового сигналу, тобто знати частоту дискретизації АЦП – частоту з якою виробляються цифрові значення.

Сигнал, що безперервно змінюється з обмеженою спектральною щільністю підлягає оцифровці, тобто значення сигналу вимірюються через інтервал часу T – період дискретизації, і вхідний сигнал може бути точно відновлено з дискретних у часі значень шляхом інтерполяції. Точність відновлення обмежена похибкою квантування. Проте у відповідності до теореми Котельнікова-Шеннона точне відновлення можливе тільки якщо частота дискретизації вища, ніж подвоєна максимальна частота у спектрі сигналу. Оскільки реальний АЦП не може виробити аналогово-цифрове перетворення миттєвого, вхідне аналогове значення повинно утримуватися сталим, по меншій мірі від початку до кінця процесу перетворення(час перетворення). Ця задача розв'язується шляхом використання спеціалізованої системи на вході АЦП – пристрій вибірки-зберігання (ПВЗ). ПВЗ, як правило, зберігає вхідну напругу в конденсаторі, котрий з'єднано з входом через аналоговий ключ: при замкненні ключа відбувається вибірка вхідного сигналу (конденсатор заряджається до вхідної напруги), при розімкненні – процес зберігання. АЦП виконана у вигляді інтегральної мікросхеми, котра містить вбудований ПВЗ. Живлення вимірювального комплексу постійним струмом 12В здійснювалось автономною акумуляторною батареєю. Тривалість запису досліджуваних параметрів відбувалась на протязі всієї заїмки і була не меншою 54с.

Висновки. Застосування розробленого вимірювально-реєструючого комплексу дозволяє проводити порівняльні дослідження якості обробітку ґрунту ґрунтообробними МТА з різними варіантами оформлення їх структурних схем безпосередньо під час виконання технологічної операції.

Література

1. Синеоков Г.М. Теория и расчет почвообрабатывающих машин / Г.М. Синеоков, И.М. Панов. – М. : Машиностроение, 1977. – 328с.
2. Огрызков Е.П., Огрызков В.Е., Огрызков П.В. Агрокинематический анализ навесных систем агрегатов «трактор – плуг» / Е.П. Огрызков, В.Е. Огрызков, П.В. Огрызков // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2002. - №12. – С. 15 – 19.

3. Патент України № 86534. Сільськогосподарський агрегат / Пастухов В.І., Фесенко Г.В., Шаповалов Ю.К., Скофенко С.М. – Опубл. 27.04.2009. Бюл. №8.

4. Скофенко С.М., Дослідження руху ґрунтообробного агрегату на фізичній моделі / С.М. Скофенко // Технічний сервіс в АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні. Вісник ХНТУСГ. – Харків: ХНТУСГ, 2007. – Вип. 67, т. 2. – С. 88 – 93.

5. Пастухов В.І., Ольшанський В.П., Скофенко С.М. Теоретичне дослідження кінематичного зв'язку між елементами системи «трактор - начіпна система - ґрунтообробна машина» / В.І. Пастухов, В.П. Ольшанський, С.М. Скофенко [та ін.] // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. – Харків, 2008. – Вип. 75, т. 2. – С. 5–11.

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ

**Пастухов В.И., Скофенко С.Н., Фесенко Г.В.,
Пискарев А.Н., Качанов В.В.**

Аннотация

Рассмотрен вопрос измерения и регистрации основных показателей качества обработки почвы при использовании в схеме почвообрабатывающего МТА экспериментальной навесной системы.

TO QUESTION OF DETERMINATION BASIC INDEXES OF QUALITY TREATMENT SOIL DURING LEADTHROUGH OF THE LABORATORY-FIELD TESTS.

**V. Pastukhov ., S. Skofenko., G. Fesenko.,
A. Piskarev., V. Kachanov.**

Summary

The question of measuring and registration of basic indexes of quality treatment of soil is considered at the use in the chart of soil-work MTA of the experimental system.