

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Колеснік Іван Васильович



УДК 629.1.02

**ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ
РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ ТРАКТОРА НА ТРАНСПОРТНИХ РОБОТАХ**

Спеціальність 05.22.20 – Експлуатація та ремонт засобів транспорту

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків – 2018

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківському національному технічному університеті сільського господарства імені Петра Василенка, Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, доцент
Шуляк Михайло Леонідович,
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка, професор кафедри тракторів і автомобілів.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Клец Дмитро Михайлович,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри комп'ютерних технологій і мехатроніки ;

кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

Рогозін Ігор Віталійович,
Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, старший викладач кафедри теорії та конструкції автомобільної та спеціальної техніки.

Захист відбудеться «19» грудня 2018 р. о 14⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.059.02 при Харківському національному автомобільно-дорожньому університеті за адресою: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Харківського національного автомобільно-дорожнього університету за адресою: 61002, м. Харків, вул. Ярослава Мудрого, 25

Автореферат розісланий « 16 » листопада 2018 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради



О.П. Смирнов

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми та її доцільність обумовлені необхідністю підвищення ефективності використання в аграрному секторі тракторів на транспортних роботах. У міру розвитку сільськогосподарського виробництва роль транспорту неухильно підвищується, якщо в даний час в Україні на кожен гектар ріллі припадає в середньому 40...50 т різних вантажів, то в найближчі роки очікується збільшення цього обсягу. На частку транспортних робіт, виконуваних тракторами в аграрному секторі, припадає понад 50–55 % від обсягу основних робіт.

Вирішення загальної проблеми ефективності експлуатації тракторів на транспортних роботах нерозривно пов'язана з безпекою їх руху, що визначена, в основному, технічним станом елементів систем управління трактора. Необхідним є новий підхід до оцінки їх технічного стану при виконанні трактором транспортної операції. Це є актуальним завданням для розвитку транспортної галузі України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Матеріали дисертації є узагальненням досліджень, що виконані у межах комплексних цільових проблем, концепцій та наказів: «Транспортна стратегія України на період до 2020 року» (Розпорядження Кабінету міністрів України від 20.10.2010р. №2147-р); Програма реалізації Пріоритетних напрямків співробітництва держав учасників СНД у сфері транспорту на період до 2020 року (міжнародний документ від 22.05.2009 р. №998445); «Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів» (Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013 р., №550).

Робота є частиною досліджень Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка за темою «Визначення експлуатаційних властивостей функціональної стабільності мобільних сільськогосподарських агрегатів за критеріями їх керованості» (ДР № 0112U 004602).

Мета дослідження – прискорена оцінка технічного стану гідрооб'ємного рульового керування трактора на транспортних роботах за оцінкою керованості.

Завдання дослідження:

- провести теоретичні дослідження точності руху трактора на транспортних роботах;
- обґрунтувати критерії керованості трактора на транспортних роботах при нестабільному технічному стані гідрооб'ємного рульового керування;
- розробити експрес-метод оцінки технічного стану гідрооб'ємного рульового керування і його елементів;
- оцінити достовірність контролю функціональної точності гідрооб'ємного рульового керування трактора;
- провести експериментальні дослідження з оцінки технічного стану гідрооб'ємного рульового керування трактора при транспортуванні навісних і причіпних сільськогосподарських машин.

Об'єкт дослідження – процес контролю технічного стану рульового керування трактора на транспортних роботах.

Предмет дослідження є ефективність контролю технічного стану рульового керування трактора при транспортуванні сільськогосподарських машин.

Методи дослідження. У роботі використані методи теорії ймовірності, математичної статистики і методи математичного моделювання з використанням електронних обчислювальних машин. Експериментальні дослідження проведені на натурних стендах і на тракторах в умовах сільськогосподарського виробництва з використанням сертифікованої вимірювальної техніки.

Наукова новизна отриманих результатів. Основний науковий результат дисертаційної роботи – розробка теоретичних основ і методологічних принципів підвищення ефективності контролю технічного стану рульового керування трактора на транспортних роботах.

Вперше:

– обґрунтована теорія забезпечення точності руху трактора на транспортних роботах при короткочасному одноразовому і багаторазовому, тривалому дискретному та безперервному впливах водія на рульове керування, що, на відміну від існуючих, дозволила оцінити ймовірність виходу трактора за межі коридору руху;

– розроблено експрес-метод оцінки технічного стану гідрооб'ємного рульового керування трактора, який дозволяє, на відміну від відомих, виконати діагностування при виконанні трактором транспортної операції.

Удосконалена аналітична модель повороту трактора на транспортних роботах, яка, на відміну від існуючих, базується на узагальнюючому діагностичному параметрі технічного стану рульового керування – передавальній функції кутових прискорень керованого і рульового коліс.

Отримала подальший розвиток технологія діагностування елементів гідрооб'ємного рульового керування трактора, яка дозволяє, на відміну від відомих, оцінити їх технічний стан без демонтажу за прискоренням повороту керованих коліс або напіврам трактора на місці.

Практичне значення отриманих результатів. Практична цінність отриманих результатів підводить науково-практичну базу для вирішення важливої науково-прикладної проблеми, що пов'язана з підвищенням ефективності контролю технічного стану рульового керування трактора на транспортних роботах.

Запропоновані у дисертації основні наукові положення, розробки і рекомендації впроваджено: на ПАТ «Харківський тракторний завод» із забезпечення стійкості руху тракторів серії ХТЗ-170 при транспортуванні начіпних сільськогосподарських машин; у ТОВ «Завод Кобзаренка» відносно забезпечення функціональної стабільності транспортно-технологічних агрегатів для внесення рідких і твердих органічних добрив серії ВНЦ і ТЗП; у Харківській філії УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого в практиці проведення

діагностування рульового керування тракторів за діючою та запропонованою методиками.

Особистий внесок здобувача. Теоретичні та експериментальні результати досліджень, що виносяться на захист, отримані дисертантом самостійно і викладені в роботах, опублікованих без співавторів. В роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать: математична модель, яка дозволяє оцінити функціонування транспортного агрегату на основі силових параметрів, що виникають при керованому повороті трактора [5]; залежність керованості транспортного агрегату від зміни маси вантажу та запропоновані напрямки її покращення [2]; наведений розрахунок прискорення трактора, за допомогою якого можливо виявити несправність вузлів гідрооб'ємного рульового керування [3]; доведено, що зниження тиску рідини нижче технічних умов є визначальним параметром стану гідрооб'ємного рульового керування [3]; визначено узагальнюючий діагностичний параметр – передавальна функція кутових прискорень керованого і рульового коліс [7]; запропонована методологія контролю функціональної точності і працездатності гідрооб'ємного керування трактора [6].

Апробація результатів роботи. Основні положення та результати теоретичних і експериментальних досліджень дисертаційної роботи доповідалися, обговорювалися та отримали позитивні відгуки на міжнародних науково-практичних та науково-технічних конференціях: міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених «Молодь і технічний прогрес в АПК» (Харків, ХНТУСГ ім. П. Василенка 2015 – 2018 рр.); XI міжнародному форумі аграрної молоді «Молодь і сільськогосподарська техніка в XXI столітті» (Харків, ХНТУСГ ім. П. Василенка 9-10 квітня 2015р.); міжнародній науково-практичній конференції-форумі «Розумна агротехніка для ефективного землеробства» (Харків, ХНТУСГ ім. П. Василенка 21 жовтня 2016 р.); міжнародній науково-практичній та науково-методичній конференції, присвяченій 85-річчю кафедри автомобілів та 100-річчю з Дня народження професора А.Б. Гредескула «Новітні технології в автомобілебудуванні, транспорті і при підготовці фахівців» (Харків, ХНАДУ, 20 – 21 жовтня 2016 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Синергетика, мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці» (Харків, ХНАДУ 29 травня 2018 р.); міжнародній науково-практичній конференції «Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя» (Київ, НУБіП 23-25 травня 2018р.); всеукраїнській науково-практичній конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація» (Харків, ХНТУСГ ім. П. Василенка 24-25 травня 2018 р.)

В повному обсязі дисертаційна робота обговорювалась та схвалена на розширеному засіданні кафедри тракторів і автомобілів ХНТУСГ імені П. Василенка.

Публікації. Основні результати дисертаційної роботи опубліковані в 16 наукових працях, у тому числі: у 10 наукових фахових виданнях України та інших держав (з них 2 у виданнях, що включені до міжнародних

наукометричних баз); 5 тез у збірниках доповідей наукових конференцій; отримано 1 патент.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Повний обсяг дисертації складає 191 сторінку, у тому числі 8 додатків на 19 сторінках. Обсяг основного тексту дисертації становить 158 сторінок, 49 рисунків, 12 таблиць. Список використаних джерел нараховує 117 найменувань на 13 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі подана загальна характеристика роботи; обґрунтовано актуальність теми; сформульовано мету, завдання, об'єкт та предмет дослідження та зв'язок роботи з науковими програмами, темами, планами; визначено наукову новизну і практичне значення отриманих результатів; подано інформацію про апробацію та публікацію результатів дисертаційних досліджень.

У першому розділі проведено аналіз літературних джерел, що стосується завдання дослідження. У галузі керованості мобільних машин дослідження проводилися багатьма вченими: Артёмов М.П., Гуськов В.В., Закин Я.Х., Коденко М.Н., Коновалов В.Ф., Ксенович І.П., Литвинов А.С., Лебедев А.Т., Мартинюк А.А., Подригало М.А., Смирнов Г.А., Трояновська І.П., Фаробін Я.Г., Хачатуров А.А., Щербаков В.С., Шуляк М.Л. та інші науковці. В роботах даних вчених зазначено, що проблема забезпечення динаміки мобільних машин, в тому числі тракторів на транспортних роботах, в коридорі руху істотно залежить від технічного стану рульового керування, змінної маси транспортного агрегату, періодичності впливу на рульове колесо і т.д. Транспортні засоби, що використовуються в сільськогосподарському виробництві для перевезення вантажів, істотно відрізняються від транспортних засобів, що використовуються в інших галузях. Це пов'язано з рядом специфічних особливостей: різноманітністю перевезених вантажів, сезонністю роботи, терміновістю, габаритними розмірами і т.п. Дана проблема не розв'язана в напрямку підвищення функціональної точності руху трактора на транспортних роботах.

Відомі методи діагностування рульових керувань тракторів, які базуються на роботах Бельського В.І., Михлина В.М., Харазова А.М., Яремченко В.В. та інших науковців, передбачають демонтаж елементів рульового керування при діагностуванні, що призводить до підвищення трудомісткості технічного обслуговування і втрати робочих рідин. Водночас в роботах Алексеєвой Т.В., Лебедева А.Т., Мигалья В.Д., Мозгалевського А.В., Палагути В.І. та інших науковців відмічено перспективність методів діагностування систем керування мобільних машин без демонтажу їх елементів.

Аналіз відомих досліджень з керованості тракторів дозволяє вказати на відсутність досліджень з обґрунтування методів діагностування рульового керування при виконанні трактором транспортної операції.

У другому розділі для трактора на транспортних роботах вирішується задача підвищення функціональної точності при якій оцінюється його відхилення під час руху від конфігурації проїзної частини дороги (коридору руху). При цьому вирішується задача для короткочасного одноразового і багаторазового, тривалого дискретного і безперервного впливу водія на рульове керування трактора. Для даних режимів роботи трактора на транспортних роботах обґрунтована методологія забезпечення функціональної стабільності гідрооб'ємного рульового керування. Перший вид впливу характерний при наїзді трактора на перешкоду, ями і т.п.; другий – при короткочасному одноразовому впливі на рульове керування зі збереженням його працездатності, якщо переміщення транспортного агрегату забезпечується в коридорі руху, при якому його поперечне відхилення (вихідний параметр) $\Delta Z(t)$ від номінального значення Z_x знаходиться в допустимій області:

$$\alpha \leq \Delta Z(t) \leq \beta, \quad (1)$$

де α, β – межі області працездатності: $\alpha < 0, \beta > 0$.

У загальному випадку похибка рульового керування при короткочасному одноразовому впливі є випадковою величиною, внаслідок чого ефективність даної системи також є випадковою величиною. Повна ймовірність виконання рульовим керуванням поставленого завдання в момент часу t знаходиться в вигляді математичного очікування функції ефективності:

$$\Phi(t) = \int_{-\infty}^{\infty} \Phi(\Delta z/t) f(\Delta z/t) d\Delta z, \quad (2)$$

де $\Phi(\Delta z/t)$ – ймовірність виконання рульовим керуванням функціонального завдання в момент t ; $f(\Delta z/t)$ – щільність ймовірності похибки рульового керування в момент t ; Δz – похибка функціонування рульового керування.

При різній конфігурації проїзної частини дороги можна прийняти, що межі (1) області працездатності системи в загальному випадку є випадковими величинами з деякою спільною щільністю ймовірності $\omega_i(\alpha, \beta)$ [8]. Тоді, по всіх можливих значеннях меж області працездатності, ймовірність виконання рульовим керуванням цільового завдання з керованості транспортного агрегату (математичне очікування вирішення поставленого завдання) записується у вигляді:

$$\Phi(t) = \int_0^{\infty} \int_{-\infty}^0 \int f(\Delta z/t) \omega_i(\alpha, \beta) dz d\alpha d\beta, \quad (3)$$

де $\omega_i(\alpha, \beta)$ – щільність ймовірності системи в межах α і β .

Для випадку короткочасної одноразової дії на рульове керування ймовірність виконання системою поставленого завдання (функція ефективності) визначається залежністю:

$$\Phi(\Delta z / t) = \begin{cases} \Phi_{\alpha}(\Delta z / t) = \int_{-\infty}^{\Delta z} \omega_t(\alpha) d\alpha \text{ при } \Delta z \leq 0; \\ \Phi_{\beta}(\Delta z / t) = \int_{\Delta z}^{\infty} \omega_t(\beta) d\beta \text{ при } \Delta z > 0, \end{cases} \quad (4)$$

де $\omega_t(\alpha), \omega_t(\beta)$ – відповідно, щільності ймовірності нижньої і верхньої меж області працездатності.

Диференціюючи функцію (4) за значеннями похибки Δz отримуємо:

$$\omega_t(\alpha) = \left. \frac{d\Phi(\Delta z / t)}{d\Delta z} \right|_{\Delta z = \alpha}; \quad \omega_t(\beta) = - \left. \frac{d\Phi(\Delta z / t)}{d\Delta z} \right|_{\Delta z = \beta}. \quad (5)$$

Аналізуючи залежності (4) та (5) можна зробити висновок, що, для практичних розрахунків, точність руху транспортного агрегату при короткочасному одноразовому впливі на рульове керування, може бути оцінена при рівномірному розподілі меж коридору руху.

Більш складний взаємозв'язок між функцією ефективності $\Phi(\Delta z)$ рульового керування і областю працездатності існує при короткочасному багаторазовому впливі. Для збільшення ймовірності вирішення даного завдання, короткочасний вплив може застосовуватися послідовно n раз, в деякі моменти часу t_1, t_2, \dots, t_n . Ймовірність виконання завдання в кожний i -ий момент дорівнює $\Phi(t_i + \tau_i) \approx \Phi(t_i)$, де τ_i – тривалість i -ої операції, розпочатої в момент t_i . Для виконання завдання досить, щоб вплив на рульове керування вирішив його хоча б один раз в будь-який з n моментів.

Якщо короткочасний вплив на рульове керування трактора не забезпечує точність в коридорі руху, то необхідним є перехід на режим безперервного впливу на рульове керування.

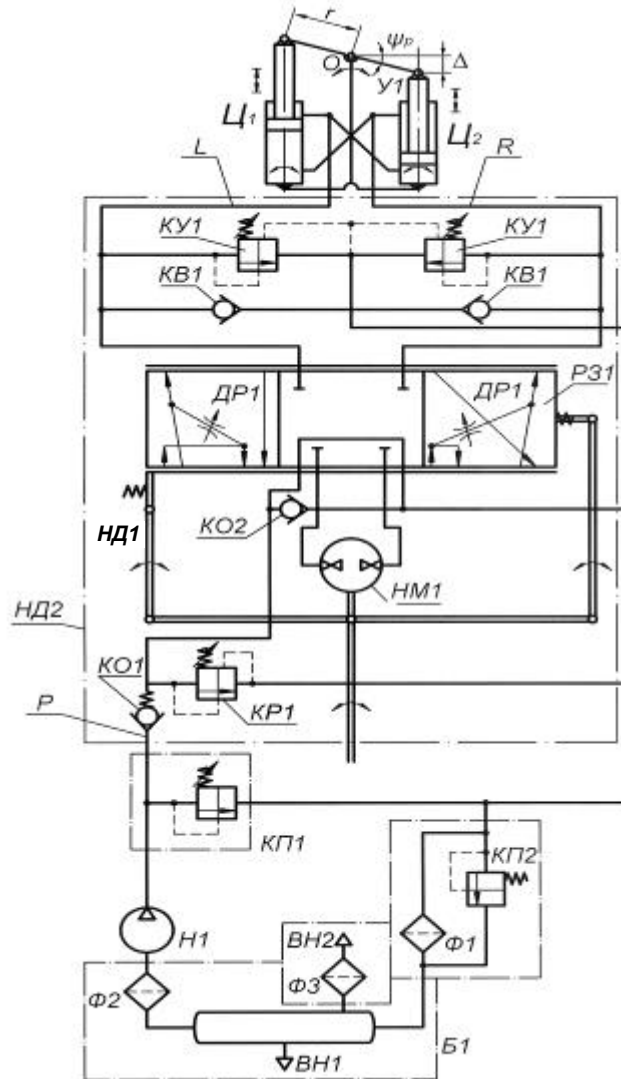
Даний режим роботи транспортного агрегату характерний при його русі на тривалих поворотах. В даному випадку, при тривалому впливі τ на рульове керування трактора з боку водія, система змінює свій стан з ймовірністю близькою до одиниці, як і в системах тривалого дискретного впливу. При цьому точність руху агрегату за часом τ не буде дорівнювати точності руху без впливу, тобто $\Phi(t_0 + \tau) \neq \Phi(t_0)$, де t_0 – початок безперервного керування. Невиконання завдання, що вирішується хоча б в один із моментів часу $(t_0, t_0 + \tau)$ призводить до порушення руху транспортного агрегату в коридорі руху.

Проблема функціональної точності рульового керування трактора розв'язується шляхом оцінки відхилень (похибок) функціональних параметрів від їх розрахункових (номінальних) значень, що виникають під впливом різних дестабілізуючих факторів.

Рівень функціональної точності рульового керування при експлуатації транспортного агрегату не залишається постійним внаслідок змін його технічного стану, розрегулювань і т.п. При цьому, при експлуатації транспортного агрегату необхідно, як правило, забезпечити мінімізацію

початкової похибки функціонування і зберегти даний параметр при тривалій експлуатації транспортного агрегату.

На вітчизняних та закордонних тракторах встановлюється в основному гідрооб'ємне рульове керування, в якому відсутній механічний зв'язок між рульовим і керованим колесами. Вони зв'язані між собою гідравлічно (рис. 1).



Н1 – гідронасос; Б1 – бак; КП1 – клапан запобіжний; Ф1, Ф2, Ф3 – фільтруюча система; Ц1, Ц2 – гідроциліндри; НД1 – насос дозатор; КР – кран витрати; НМ1 – насос-мотор; РЗ1 – гідро розподільник золотниковий; КУ1, КВ1 – гідроклапани протиударний та проти вакуумний відповідно

Рисунок 1 – Схема гідрооб'ємного рульового керування шарнірно-зчленованого трактора серії ХТЗ-170

Статистика несправностей гідроприводів рульових керувань тракторів показує, що по кількості відмов, переважають відмови основних елементів гідроприводу (гідронасоси, гідророзподільники, гідроциліндри і т.д.).

Гідравлічна схема гідрооб'ємного рульового керування трактора забезпечує його роботу в справному і аварійному (об'ємний насос виключено) режимах.

Несправності елементів гідрооб'ємного рульового керування трактора, які призводять до підвищення витоків робочої рідини, є основною причиною порушення функціональної точності рульового керування. При цьому до функціональних параметрів рульового керування тракторів, у відповідності з ДСТУ ISO 10998: 2013, віднесені керованість і стійкість руху. При контролі керованості оцінюється властивість трактора реагувати на дію водія, спрямовану на збереження або зміну напрямку руху, а при контролі стійкості – збереження заданого напрямку руху.

Приймаючи за функціональну точність рульового керування здатність виконувати задані функції з певним ступенем близькості до ідеальної моделі, функціональна похибка рульового керування при поточних x та номінальних x_n значеннях функціональних параметрів оцінюється з залежності:

$$\Delta x = x - x_n. \quad (6)$$

Вірогідність контролю функціональної точності і працездатності рульового керування можна оцінити з залежності:

$$D = 1 - (P_1 + P_2), \quad (7)$$

де P_1 і P_2 – ймовірності помилок першого (пропуск відмови) і другого (помилкова відмова) роду.

Ймовірності помилок P_1 и P_2 залежать від законів розподілу значень контрольованих функціональних параметрів і похибок вимірів, часу вимірювального процесу і характеристики поля допуску на величину вимірюваного параметра.

Рульове керування, як об'єкт контролю, буде працездатним, тобто придатним до подальшої експлуатації, коли результат вимірювання задовольняє умови:

$$c \leq y \leq d, \quad (8)$$

де c, d – межі поля допуску контрольованого параметра y , $2\delta = d - c$; $y = x_k + \Delta x_k$; $x_k, \Delta x_k$ – дійсне значення контрольованого параметра і похибка його виміру.

Низька вірогідність контролю, що характеризує ступінь об'єктивності оцінки реального стану рульового керування, може призвести до помилок I роду (пропуск відмови) і II роду (помилкова відмова). Помилки I роду призводять до невиправданих робіт для усунення відмови, а II роду – до матеріальних втрат на заміну придатних до експлуатації елементів рульового керування. Наприклад, для усунення вібрації і пульсації гідрооб'ємного рульового керування виконані роботи по підтяжці всіх з'єднань трубопроводів, замінена робоча рідина, але несправність не усунена. Справжня причина відмови – резонансні явища запобіжного клапана об'ємного насоса, для усунення яких необхідне його регулювання. Це типова помилка I роду. До помилки II роду можна віднести заміну насоса-дозатора при втраті стійкості руху, внаслідок мимовільного складання напіврам трактора, помилково вважаючи, що дані несправності є наслідком зносу гідророзподільника, протиударного або противакуумного клапанів. Це помилкова відмова (помилка

II роду), так як дана відмова є наслідком втрати герметичності гідроциліндрів рульового керування (табл. 1).

Таблиця 1 – Вірогідність контролю гідрооб'ємного рульового керування за функціональними параметрами

Функціональний параметр, D	Ймовірність помилки	
	P_1	P_2
Керованість:		
– тиск робочої рідини	0,030	0,015
– ковзання рульового колеса	0,006	0,004
– упор рульового колеса в крайніх положеннях	0,012	0,006
– герметичність гідроклапанів насоса-дозатора	0,016	0,008
Стійкість руху:		
– стабільність некерованого руху	0,014	0,007
– частота впливів на рульове колесо	0,003	0,002

Сума P_1 і P_2 показує, що для гарантування заданої вірогідності контролю (85%) гідрооб'ємного рульового керування трактора похибки контролю технічного стану його агрегатів і вузлів за функціональними параметрами не повинні проявлятися з ймовірністю більш ніж $P = 0,005$ (частота впливу на рульове колесо) і $P = 0,045$ (тиск робочої рідини).

Запропонована методологія контролю функціональної точності і працездатності гідрооб'ємного рульового керування трактора дозволяє із заданою вірогідністю обґрунтувати технологію пошуку несправностей і відмов.

У **третьому розділі** по обґрунтованій аналітичній моделі повороту трактора на транспортних роботах, розроблений експрес-метод діагностування технічного стану рульового керування трактора, що базується на співставленні кутових прискорень трактора та рульового колеса при зміні напрямку руху або його корегуванні.

Керованість трактора характеризує його властивість реагувати на дії оператора, спрямовані на зберігання або зміні напрямку руху. Керуючий вплив спричиняє перехідний процес з одного стану рівноваги трактора у інший, що супроводжується зміною швидкості його руху. Прискорення, що виникають при цьому, характеризують не тільки керованість трактора, але і зміну його технічного стану, що обумовлену нестабільністю параметрів.

Запропоновано показник функціональної точності трактора по керованості – передавальна функція керування:

$$W_k = 1 - \frac{1}{K_k} - \frac{v}{m} \cdot \frac{dm/dt}{\dot{v}_k}, \quad (9)$$

де $K_k = -\dot{v}_k / \dot{v}_c$ – коефіцієнт керованості; \dot{v}_k , \dot{v}_c – відповідно керуюче прискорення та прискорення сил опору виходу трактора із стану рівноваги; v – швидкість руху трактора; m – маса транспортного агрегату в даний момент часу; dm/dt – швидкість зміни маси транспортного агрегату змінної маси.

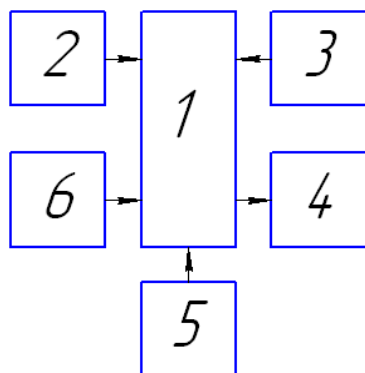
Доведено, що при $W_k = 1$ трактор має ідеальну керованість. Проте, даний режим руху отримати неможливо, оскільки неможливо при русі трактора отримати $K_k = \infty$ і $v/m = 0$. Наближення W_k до одиниці можливо за рахунок забезпечення функціональної стабільності рульового керування трактора.

Розроблено експрес-метод оцінки технічного стану гідрооб'ємного рульового керування трактора, сутність якого полягає у визначенні часу повороту керованих коліс або напіврам трактора на місці та оцінці за номограмою об'ємного ККД системи керування.

Для встановлення залежності об'ємного коефіцієнту корисної дії рульового керування від часу здійснення повороту на місці із крайнього в крайнє положення необхідно попередньо провести експериментальне дослідження по визначенню залежності часу повороту від тиску робочої рідини в системі рульового керування і отримати апроксимуючу залежність.

Приладове забезпечення експрес-метода – вимірювальний комплекс ВДВММ 4-001 (рис. 2), розроблений при співпраці Харківського національного автомобільно-дорожнього університету та Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка для оцінки динаміки мобільних машин, який модернізовано автором для його застосування при дослідженні керованості трактора. Вимірювальний комплекс дозволяє проводити технічне діагностування гідрооб'ємного рульового керування трактора за методикою експрес-метода: забезпечується розрахунок кута повороту рульового колеса, кутове прискорення повороту напіврам трактора, передавальна функція рульового керування, об'ємний ККД гідрооб'ємного рульового керування, порівняння отриманих значень з нормативними.

Експрес-метод передбачає прискорене виконання операцій технічного діагностування гідрооб'ємного рульового керування. При цьому за структурний параметр діагностування прийнятий об'ємний ККД рульового керування, що є визначальним параметром технічного стану, а за діагностичний параметр – кутове прискорення повороту трактора на транспортних роботах.



а

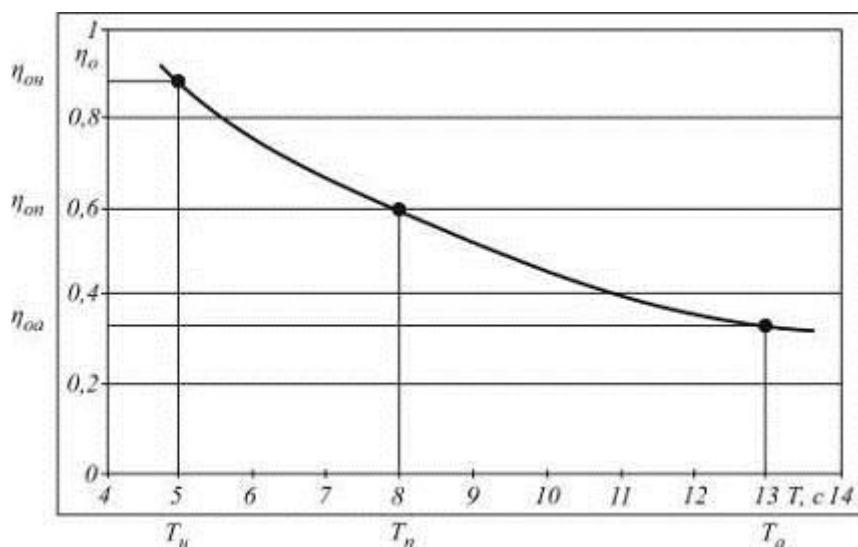


б

1 – обчислювальний блок; 2, 3 – акселерометри типу MMA7260QT; 4 – дисплей; 5 – блок живлення; 6 – оптичний датчик, для визначення кутового прискорення рульового колеса

Рисунок 2 – Структурна схема (а) і загальний вигляд вимірювального комплексу (б)

Доведена залежність об'ємного ККД гідрооб'ємного рульового керування трактора від часу повороту на місці (рис. 3).



T_n, T_n, T_a – час повороту відповідно при номінальному η_{on} , гранично допустимому η_{od} та аварійному η_{oa} об'ємному ККД відповідно

Рисунок 3 – Номограма визначення об'ємного ККД (η_o) гідрооб'ємного рульового керування тракторів серії ХТЗ-170 від часу повороту на місці (T)

Таким чином, сутність експрес-метода оцінки технічного стану гідрооб'ємного рульового керування трактора полягає у визначенні за допомогою вимірювального комплексу ВДВММ 4-001 часу повороту керованих коліс або напіврам трактора на місці і оцінці за номограмою об'ємного ККД. Слід сказати, що для різних класів тракторів номограма буде різною, тому побудову таких номограм необхідно проводити на етапі дослідницьких випробувань з занесенням отриманих результатів в технічну документацію.

У четвертому розділі представлено результати експериментальних досліджень. Вирішені наступні задачі: оцінка найбільш значимого параметра технічного стану гідрооб'ємного рульового керування трактора; дослідження курсової стійкості трактора на транспортних роботах; оцінка ефективності запропонованої технології діагностування гідрооб'ємного рульового керування та його елементів; дослідження достовірності експрес-методу контролю технічного стану рульового керування трактора на транспортних роботах.

Експериментальні дослідження проводилися на тракторах ХТЗ-17221 і John Deere 8310 (рис. 4).

Випробування з оцінки достовірності експрес-метода проводяться на транспортних роботах тракторів на твердому ґрунтовому і асфальтовому покриттях. Метеорологічні умови проведення випробувань повинні відповідати інструкції з експлуатації випробувального устаткування.



а



б

Рисунок 4 – Загальний вид трактора ХТЗ-17221 при транспортуванні начіпного культиватора ТМ Vogel & Noot Terra Max 600 (а) і транспортного агрегату John Deere 8310 + МЖТ-16 (б)

При оцінці найбільш значимого параметра технічного стану гідрооб'ємного рульового керування трактора був виконаний аналіз його працездатності в поточній експлуатації на тракторах серії ХТЗ-170 за напрацюванням до 6000 мотогодин. Виявлено 26 несправностей і відмов, аналіз яких показує, що найбільш значимим (визначальним) функціональним параметром гідрооб'ємного рульового керування трактора є його керованість, діагностична цінність якого має найбільшу імовірність $P(K_j) = 0,45$. При цьому, найбільший вплив на працездатність гідрооб'ємного рульового керування має зниження тиску рідини з найбільшою ймовірністю стану $P(D_{TP}) = 0,30$, хоча достатньо висока ймовірність справного стану дорівнює $P(D_{IC}) = 0,25$. Занижений тиск рідини рульового керування суттєво впливає на стійкість руху трактора на транспортних роботах.

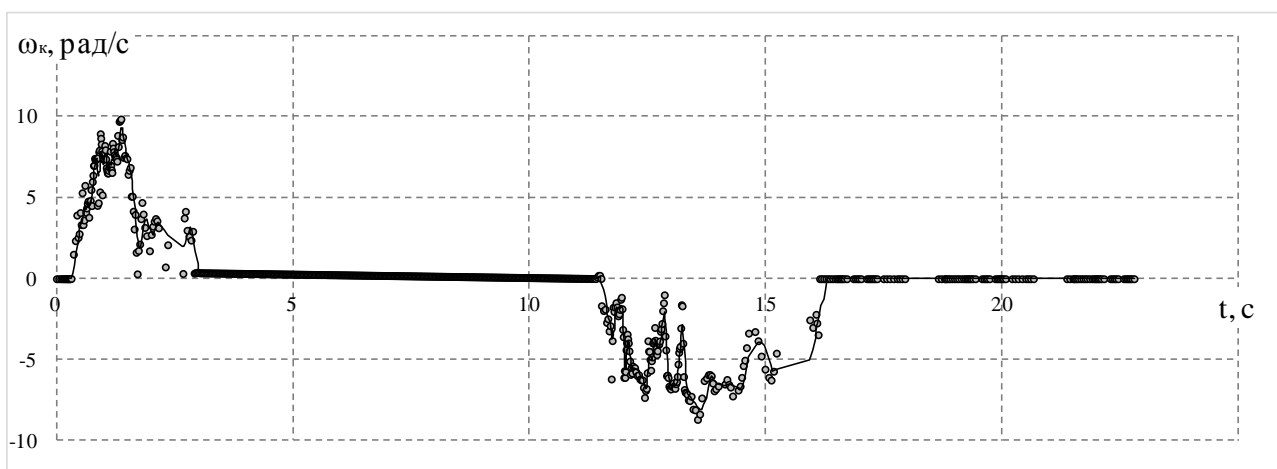
Курсова стійкість руху трактора передбачає оцінку його відхилення від прямолінійності при русі на асфальтованому покритті. Проведені випробування одиночного трактора ХТЗ-17221 (рис. 5), а також начіпного культиватора Vogel & Noot Terra Max 600 в транспортному положенні (див. рис 4, а).



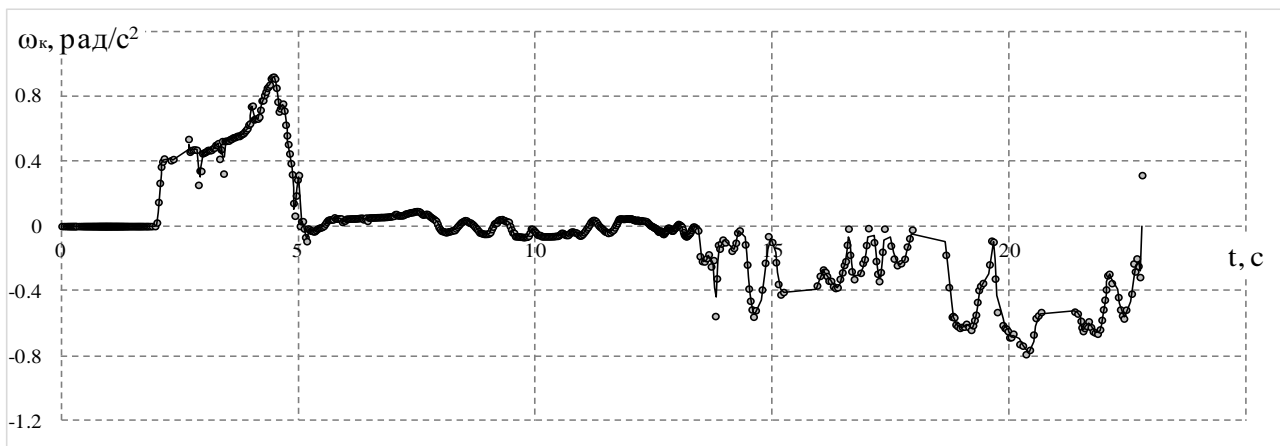
Рисунок 5 – Визначення курсової стійкості трактора ХТЗ-17221

В результаті досліджень курсової стійкості трактора ХТЗ-17221 встановлено, що допустимі межі коридору руху (200 мм – по 100 мм відхилення вправо-вліво від прямолінійного руху) забезпечується при русі одиночного трактора ХТЗ-17221. При русі трактора ХТЗ-17221 з культиватором в транспортному положенні при об'ємному ККД гідروб'ємного рульового керування $\eta_{od}=0,6$ даний коридор стійкості руху при швидкості руху $V=8,4$ км/год. не дотримується (відхилення лінії траєкторії руху від прямолінійного вліво – 150 мм, вправо – 140 мм).

Виконана оцінка достовірності експрес-методу контролю технічного стану гідрооб'ємного рульового керування трактора на транспортному агрегаті John Deere 8310 + МЖТ-16 (див. рис. 4, б). Значення кутового прискорення рульового колеса трактора та транспортного агрегату, які отримані експериментальним шляхом, наведені на рис. 6.



а



б

Рисунок 6 – Залежність кутового прискорення рульового колеса $\dot{\omega}_k$ трактора (а) та транспортного агрегату John Deere 8310R + МЖТ-16 (б) від часу t .

Запропонована технологія діагностування гідрооб'ємного рульового керування тракторів серії ХТЗ-170 дозволяє з використанням вимірювального комплексу ВДВММ 4-001 оцінити не тільки загальний його технічний стан, але і визначити несправності його елементів без демонтажу з трактора. Доведено,

що для тракторів серії ХТЗ-170 номінальне значення ККД η_{OH} гідروприводу забезпечується при амплітуді повздовжніх прискорень $a < 0,4 \text{ м/с}^2$; номінальний технічний стан насоса-дозатора при часу (t_1) часткового повороту напіврам трактора – $t_1 = 2,4 \text{ с}$, поворот напіврам трактора з крайнього правого положення в крайнє ліве, при зміні положення золотника насоса-дозатора, викликає збільшення часу – $t_2 = 9,4 \text{ с}$; різниця часу повороту трактора «вправо-вліво», за якою оцінюється технічний стан гідроциліндрів повороту, не повинна перевищувати $\Delta t = 0,5 \text{ с}$.

Експериментально оцінена трудомісткості технічного діагностування гідрооб'ємного рульового керування тракторів серії ХТЗ-170 склала $T_1 = 0,25$ люд.-год., по існуючій технології діагностування із застосуванням дроселів-витратомірів типу ДР-70 – $T_2 = 0,82$ люд.-год. Тобто трудомісткість діагностування зменшується в 3,28 рази. Крім того, знижується витрата робочої рідини на 2,7 кг, оскільки за запропонованою технологією усувається операція демонтажу агрегатів.

Використовуючи комп'ютерну систему статистичного аналізу даних Statistica, отримані характеристики вибірок (табл. 2.) та функції розподілу значень кутового прискорення (рис. 7).

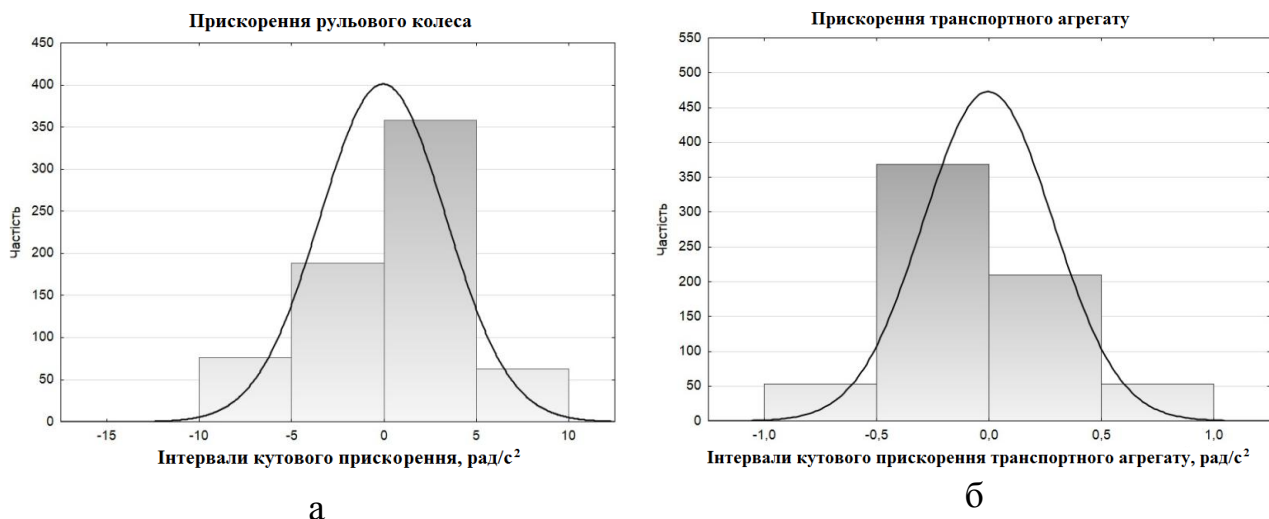


Рисунок 7 – Функція розподілу значень кутового прискорення рульового колеса $\dot{\omega}_k$ трактора (а) та транспортного агрегату John Deere 8310R + МЖТ-16 (б), отриманих експериментальним шляхом

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, що розрахункове значення критерію Пірсона, яке становить 0,84963, засвідчує тісноту взаємозв'язку досліджуваних величин кутових прискорень рульового колеса трактора та транспортного агрегату. Здійснюючи перевірку значимості отриманого коефіцієнта кореляції Пірсона з критичним (табличним значенням), при рівні значимості $\alpha = 0,5$ і ступені свободи $m-2 = 12$ критичне значення коефіцієнта кореляції становить 0,576, що дає підстави стверджувати про те, що отримане значення коефіцієнта Пірсона є більшим від теоретичного (критичного) і вказує на взаємозв'язок досліджуваних величин.

Таблиця 2 – Результати статистичного аналізу вибірок значень кутових прискорень рульового колеса трактора та транспортного агрегату John Deere 8310R + МЖТ-16

Статистична характеристика	Прискорення	
	Рульового колеса	Транспортного агрегату
Математичне очікування	0,113221	-0,01034
Дисперсія	11,59996	0,083462
Середньоквадратичне відхилення	3,405872	0,288897
Середнє арифметичне	-0,047807	-0,004536
Мінімальне значення вибірки	-8,67939	-0,789228
Максимальне значення вибірки	9,853157	0,920163
Мода	0	0
Медіана	0,100492	0
Критерії узгодження		
Пірсона (розмірність $n = 8$)	170,5295	77,1899
Колмогорова-Смірнова	0,29392	0,24220
Шапіро-Уилка	0,84214	0,85760

Здійснено порівняння розрахункового значення коефіцієнта Спірмена, який становить 0,792135. При рівні значимості $\alpha=0,5$ та ступенях свободи $m-2=12$ критичне значення коефіцієнта Спірмена дорівнює 0,632, що є меншим за розрахункове і засвідчує про сильний взаємозв'язок між даними параметрами.

Достовірність доведеного взаємозв'язку кутових прискорень рульового колеса трактора та транспортного агрегату становить 95 %.

Аналіз експериментальних досліджень взаємозв'язку кутових прискорень рульового колеса та керованих коліс або напіврам дозволяє стверджувати, що запропонований експрес-метод з високою достовірністю оцінює технічний стан рульового керування трактора та суттєво знижує трудомісткість проведення його технічного обслуговування.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі вирішено актуальне науково-практичне завдання – підвищення ефективності контролю технічного стану рульового керування трактора, що дозволило знизити трудомісткість їх діагностування при виконанні трактором транспортних робіт. У ході виконаної роботи отримані наступні основні результати:

1. За результатами аналізу літературних джерел можна стверджувати, що використання колісних тракторів в аграрному секторі України знаходиться в межах 50...55% від річної зайнятості; відмічено відсутність досліджень з обґрунтування методів діагностування рульових керувань без демонтажу їх елементів. Напрямок дослідження визначено необхідністю розробки експрес-

методу оцінки технічного стану рульового керування трактора на транспортних роботах.

2. Обґрунтована методологія забезпечення точності руху трактора на транспортних роботах при короткочасному одноразовому, тривалому дискретному і безперервному впливу водія на рульове керування трактора, що, на відміну від існуючих, дозволило оцінити ймовірність виходу трактора за межі коридору руху.

3. На основі отриманої аналітичної моделі повороту трактора на транспортних роботах визначено узагальнюючий діагностичний параметр технічного стану рульового керування трактору – передавальну функцію кутових прискорень рульового і керованого коліс або напіврам, яка дозволяє оцінити його функціонування без втручання в конструкцію або припинення транспортного процесу.

4. Розроблений експрес-метод оцінки технічного стану гідروоб'ємного рульового керування трактора, сутність якого полягає у визначенні часу повороту керованих коліс або напіврам трактора на місці і оцінки за номограмою його об'ємного ККД(η_0). Обґрунтовані для рульового керування тракторів серії ХТЗ-170 значення η_0 : номінальне – $\eta_{OH} = 0,85$; допустиме – $\eta_{OD} = 0,60$; аварійне – $\eta_{OA} \leq 0,35$.

5. Обґрунтована технологія діагностування гідрооб'ємного рульового керування трактора і його елементів без їх демонтажу по кутовому прискоренню повороту керованих коліс або напіврам трактора. Доведено, що для тракторів серії ХТЗ-170 номінальне значення ККД η_{OH} гідроприводу забезпечується при амплітуді поперечних прискорень $a < 4 \text{ м/с}^2$; номінальний технічний стан насоса-дозатора при часу (t_1) часткового повороту напіврам трактора – $t_1 = 2,4 \text{ с}$, поворот напіврам трактора з крайнього правого положення в крайнє ліве, при зміні положення золотника насоса-дозатора, викликає збільшення часу – $t_2 = 9,4 \text{ с}$; різниця часу повороту трактора «вправо-вліво», за якою оцінюється технічний стан гідроциліндрів повороту, не повинна перевищувати $\Delta t = 0,5 \text{ с}$.

6. Дослідження достовірності експрес-методу контролю технічного стану гідрооб'ємного рульового керування трактора на транспортних роботах на прикладі транспортного агрегату John Deere 8310R + МЖТ-16 дає підстави стверджувати про те, що отримане значення коефіцієнта Пірсона є більшим від теоретичного (критичного) і вказує на взаємозв'язок досліджуваних величин кутових прискорень рульового колеса трактора та транспортного агрегату з достовірністю 95%.

7. Матеріали дисертаційної роботи впроваджено на ПАТ «Харківський тракторний завод», ТОВ «Завод Кобзаренка» і Харківській філії Державної наукової установи УкрНДПВТ імені Л. Погорілого. Використання результатів досліджень на Харківській філії Державної наукової установи УкрНДПВТ імені Л. Погорілого дозволили зменшити на один трактор серії ХТЗ-170 трудомісткість діагностування гідроприводу рульового керування, в порівнянні з діючою технологією, в 3,28 разів і витрати робочої рідини на 2,7 кг внаслідок

усунення запропонованою технологією діагностування операції демонтажу елементів рульового керування.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Список публікацій, в яких опубліковані основні наукові результати дисертації:

1. Колеснік І.В. Аналіз існуючих методів діагностування рульового управління з гідро підсилювачем / І.В. Колеснік // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – Вип. 156 – С. 314 – 319.

2. Колеснік І.В. Визначення керованості транспортного агрегату в залежності від зміни маси вантажу / І.В. Колеснік, М.Л. Шуляк, І.О. Шевченко // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – Вип. 160 – С. 255 – 260.

3. Лебедев С.А. Визначальний параметр стану гідروоб'ємного рульового керування трактора / С.А. Лебедев, В.С. Шеїн, М.П. Артьомов, І.В. Колеснік // Вісник НТУ «ХП» – Харків: НТУ «ХП», 2015. – Вип. №8(1117) – С. 11 – 18.

4. Артьомов М.П. Вплив коливання швидкості руху МТА на надійність технологічної операції / М.П. Артьомов, М.Л. Шуляк, І.В. Колеснік, Ю.Ю. Козлов // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2015. – Вип. 163 – С. 84 – 89.

5. Лебедев А.Т. Аналітична модель повороту трактора з шарнірно-зчленованою рамою / А.Т. Лебедев, Є.І. Калінін, М.Л. Шуляк, І.В. Колеснік // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2016. – Вип. 173 – С. 161 – 167.

6. Лебедев А.Т. Вірогідність контролю функціональної точності і працездатності рульового керування трактора / А.Т. Лебедев, І.А. Лебедева, І.В. Колеснік // Системи обробки інформації: збірник наукових праць. – Харків: Харківський університет Повітряних сил імені Івана Кожедуба, 2016. – Вип. 8 (145) – С. 33 – 36.

7. Колеснік І.В. Визначення діагностичного параметра рульового управління на основі моделювання плоско паралельного руху трактора / І.В. Колеснік, М.Л. Шуляк // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2016. – Вип. 170 – С. 102 – 106.

8. Колеснік І. Підвищення точності руху транспортного агрегату завдяки виконанню профілактичних робіт рульового керування / І. Колеснік // Техніко-технологічні аспекти та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: збірник наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. – Дослідницьке, 2017. – Вип. 21 (35). – С. 169 – 174.

9. Колесник И.В. Критерии и оценочные показатели маневренности трактора на транспортных работах / И.В. Колесник // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2016. Vol. 18. No. 4. С. 73-77

10. Manoylo V. Experimental evaluation of capacity gas reducer of foreign production, adapted to the engine power supply system / V. Manoylo, I. Shevchenko, I. Kolesnik // MOTROL. Commission of Motorization and Energetics in Agriculture – 2017. Vol. 19. No. 7. P 5-8.

Праці, які засвідчують апробацію матеріалів дисертації:

11. Колесник І.В. Оценочные показатели движения трактора на транспортных работах / И.В. Колесник // Матеріали Міжнародної науково-практичної та науково-методичної конференції присвяченій 85-річчю кафедри автомобілів та 100-річчю з Дня народження професора А.Б. Гредескула. «Новітні технології в автомобілебудуванні, транспорті і при підготовці фахівців»: тези доп. – Х.: ХНАДУ, 20 – 21 жовтня 2016 р. – С. 188 – 189.

12. Колесник І.В. Оціночні показники руху трактора на транспортних роботах / І.В. Колесник // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції-форуму «Розумна агротехніка для ефективного землеробства». – Харків, ХНТУСГ, 2016. – С. 27 – 28.

13. Колесник І.В. Вірогідність контролю функціональної точності і працездатності рульового керування трактора / І.В. Колесник, М.Л. Шуляк, Є.І. Калінін // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. «Синергетика, мехатроніка, телематика дорожніх машин і систем у навчальному процесі та науці»: збірник наукових праць за матеріалами II міжнародної науково-практичної конференції. – Х.: ХНАДУ, 29 травня 2018 р. – С. 115 – 118.

14. Колесник І.В. Критерії повороту трактора з шарнірно-зчленованою рамою / І.В. Колесник // Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя: Міжнародна науково-практична конференція. – Київ, НУБіП. 2018 – С. 176–177.

15. Лебедев А.Т. Функціональна точність і працездатність рульового керування трактора / А.Т. Лебедев, І.В. Колесник // Матеріали Всеукраїнської науко-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». Харків, ХНТУСГ, 2018. – С. 74 – 75.

Праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

16. Патент України на корисну модель №113119 (11). Роторно-поршнева турбіна з випарним охолодженням ротора / О.О. Кучава, В.М. Манойло, І.Є. Морозов, І.В. Колесник, – № u201607694; заявл. 12.07.2016; опубл. 10.01.2017. – Бюл. № 1.

АНОТАЦІЯ

Колесник І.В. Підвищення ефективності контролю технічного стану рульового керування трактора на транспортних роботах. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. – Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Міністерство освіти і науки України, Харків, 2018.

Основний науковий результат дисертаційної роботи – розробка теоретичних основ і методологічних принципів підвищення ефективності контролю технічного стану рульового керування трактора на транспортних

роботах. Запропонований показник оцінки керованості трактора на транспортних роботах – передавальна функція кутових прискорень керованого і рульового коліс, яка дозволяє оцінити його функціонування без втручання в конструкцію або припинення транспортного процесу. Розроблено експрес-метод оцінки технічного стану гідрооб'ємного рульового керування трактора і його елементів без демонтажу. Проведені експериментальні дослідження оцінки стійкості руху трактора на транспортних роботах і трудомісткості діагностування гідрооб'ємного рульового керування трактора по обґрунтованому експрес-методу.

Ключові слова: трактор, транспортні роботи, діагностування, технічний стан, гідрооб'ємне рульове керування, експрес-метод, вимірювання, контроль, прискорення.

АННОТАЦІЯ

Колесник И.В. Повышение эффективности контроля технического состояния рулевого управления трактора на транспортных работах. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.22.20 эксплуатация и ремонт средств транспорта - Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Министерство образования и науки Украины, Харьков, 2018.

Основной научный результат диссертационной работы – разработка теоретических основ и методологических принципов повышения эффективности контроля технического состояния рулевого управления трактора на транспортных работах. При этом оценивается точность движения трактора при кратковременном и непрерывном воздействиях водителя на рулевое управление трактора. Предложено оценивать техническое состояние рулевого управления трактора по передаточной функции угловых ускорений управляемых колес трактора и рулевого колеса.

Разработан экспрес-метод оценки технического состояния гидрообъемного рулевого управления трактора и его элементов без их демонтажа. Обоснованы для рулевого управления трактора значения объемного КПД: номинальное, допустимое, аварийное. Технология диагностирования гидрообъемного рулевого управления базируется на оценке ускорения поворота трактора на месте при изменении режима работы двигателя внутреннего сгорания. Доказано, что для тракторов серии ХТЗ-170 номинальное значение объемного КПД рулевого управления обеспечивается при амплитуде колебаний поперечных ускорений $a < 0,4 \text{ м/с}^2$, номинальное техническое состояние насоса-дозатора при времени поворота полурам до среднего положения «вправо» – $t_1 = 2,4 \text{ с}$. Разница времени полного поворота полурам трактора «вправо – влево», по которой оценивается техническое состояние гидроцилиндров поворота, не должны превышать $\Delta t = 0,5 \text{ с}$.

Результаты исследования по оценки технического состояния рулевого управления трактора ХТЗ-17221 и транспортного агрегата John Deere 8310R +

МЖТ-16 подтвердили взаимосвязь угловых ускорений рулевого колеса трактора и транспортного агрегата с достоверностью 95 %.

Материалы диссертационной работы внедрены на ЧАО «Харьковский тракторный завод», ООО «Завод Кобзаренка» и Харьковском филиале Государственного научного учреждения УкрНИИПИТ имени Л. Погорелого. Использование результатов исследований в Харьковском филиале Государственного научного учреждения УкрНИИПИТ имени Л. Погорелого позволили уменьшить на один трактор серии ХТЗ-170 трудоемкость диагностирования гидропривода рулевого управления в сравнении с действующей технологией в 3,28 раз и расхода рабочей жидкости на 2,7 кг в результате устранения по предложенной технологии диагностирования операции демонтажа элементов рулевого управления.

Ключевые слова: трактор, транспортные работы, диагностирования, техническое состояние, гидрообъемное рулевое управление, экспресс-метод, измерения, контроль, ускорение.

ABSTRACT

Kolesnik I.V. Effectiveness increase of technical state control of tractor steering in transport works. - Manuscript.

Dissertation for the degree of candidate of technical sciences on speciality 05.22.20 operation and repair of vehicles - Kharkiv National Automobile and Highway University, Ministry of Education and Science of Ukraine, Kharkiv, 2018.

The main scientific result of the dissertation is the development of theoretical bases and methodological principles for improving the efficiency of control of the technical state of the tractor's steering control on transport works. The proposed index of tractor's assessment of transport operations is a transfer function of angular accelerations of steering wheels and a helm which allows to evaluate its functioning without interfering within the construction or stopping of the transport process. An express method for assessing the technical condition of the hydraulic power steering of the tractor and its components without dismantling was developed. Experimental studies of stability of tractor's traffic on transport works and the complexity of diagnosing of hydrostatic steering control of tractor on the basis of the justified express method have been carried out.

The main scientific principles development products and recommendations about providing the motion stability of the tractors ХТЗ -170 series during the transport of mounted agricultural machines, which are proposed in the dissertation, have been implemented at Kharkiv Tractor Plant. Ones concerning the providing functional stability of transport and technological fertilizer broadcaster of liquid and solid organic fertilizers of the series VNZ and TZP have been implemented in Co Ltd "Kobzarenka Plant". Ones have been implemented in the practice of tractors steering control diagnosing by the current and proposed technologies at the Kharkiv branch of Pogorelov UkrSRIPTAI.

Keywords: tractor, transport works, diagnostics, hydro-power steering, express method, measurement, control, acceleration.