

М.І. Іванов, канд. техн. наук,
О.О. Моторна, канд. техн. наук,
О.М. Переяславський, канд. техн. наук,
Ю.М. Козак

Вінницький національний аграрний університет, Вінниця, Україна

СТЕНД ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАСОСІВ-ДОЗАТОРІВ СИСТЕМ ГІДРООБ'ЄМНОГО РУЛЬОВОГО КЕРУВАННЯ САМОХІДНИХ МАШИН ПРИ ДІЇ ЗУСТРІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

THE TESTBENCH AND THE EXPERIMENTAL RESEARCH METHODOLOGY OF THE STEERING UNIT PARAMETERS OF THE SELF-PROPELLED MACHINERY HYDROSTATIC STEERING SYSTEM UNDER THE COUNTER LOAD

Мета. Створення спеціального стенда для експериментальних досліджень насосів-дозаторів гідрооб'ємних систем рульового керування самохідних машин.

Методи дослідження. Визначення експериментальних статичних і динамічних характеристик гідрооб'ємних систем рульового керування самохідних машин з модернізованим насосом-дозатором. Визначення параметрів, що входять в математичну модель системи рульового керування, та перевірка адекватності цієї моделі, а також визначення надійності і зручності (органолептичної оцінки якості) насоса-дозатора.

Результати дослідження. Розроблено спеціальний експериментальний стенд для дослідження насосів-дозаторів гідрооб'ємних систем рульового керування, який дозволяє проаналізувати якість функціонування насоса-дозатора в умовах, що відповідають різним режимам роботи системи рульового керування. Розроблено електрогідравлічну схему стенда для визначення характеристик насоса-дозатора при дії зустрічного навантаження та наведено характеристику контрольно-вимірювальної та реєструючої системи. Для реєстрації динамічних сигналів реалізовано комп'ютеризовану систему з використанням аналого-цифрового перетворювача, а для збереження та обробки інформації на персональному комп'ютері використовується програмне забезпечення PowerGraph.

Особливістю даного стенда є те, що навантаження для насоса-дозатора формується у вигляді перепаду тиску в його вихідних каналах, що дозволяє оцінювати працездатність цих виробів незалежно від їх робочого об'єму та спрощує експериментальне дослідження поведінки системи при відтворенні певних режимів її роботи протягом часу, який не обмежується ходом виконавчого гідроциліндра системи рульового керування.

Висновки. Запропоновано спеціальний стенд та методику експериментальних досліджень насосів-дозаторів гідрооб'ємних систем рульового керування, що дозволяє визначити функціональні параметри насоса-дозатора, параметри його довговічності та дати органолептичну оцінку якості його роботи. Розглянуто частину стенда для дослідження насосів-дозаторів гідрооб'ємних систем рульового керування, яка дозволяє визначити характеристики цих виробів при зустрічному навантаженні.

Ключові слова: система рульового керування, насос-дозатор, випробувальний стенд, методика випробувань, параметри системи, дослідження характеристик.

Вступ

У Вінницькому національному аграрному університеті на кафедрі машин та обладнання сільськогосподарського виробництва ведуться роботи по модернізації та дослідженню насосів-дозаторів систем гідрооб'ємного рульового керування [1, 2, 3]. На сьогоднішній день такі системи рульового керування використовуються на різноманітних самохідних спеціальних машинах як вітчизняного, так і закордонного виробництва, що пов'язано з низкою переваг таких систем.

Постановка задачі

Одним з важливих питань, які виникають під час створення нових зразків технічних об'єктів, а особливо таких наукоємних, як насоси-дозатори, є проведення експериментальних досліджень їх дослідних зразків [4, 5].

Експериментальні дослідження мають за мету визначення параметрів, що входять в математичну модель системи рульового керування, та перевірку адекватності цієї моделі, а також визначення надійності і зручності (органолептичної оцінки якості) насоса-дозатора. Крім того, стояла задача проведення порівняльних

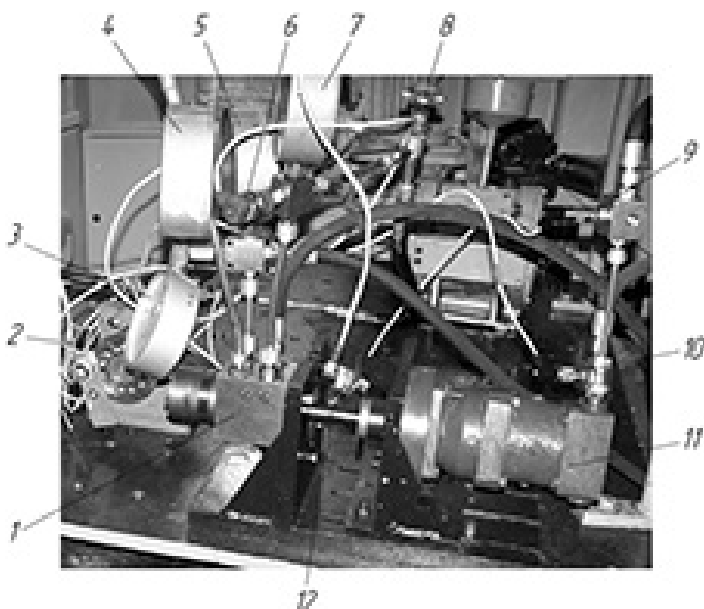


Рисунок 2 — Фотографія стенда для випробування насоса-дозатора; 1 — насос-дозатор, що випробовується; 2 — датчик витрати робочої рідини; 3, 4, 5, 7 — манометри; 6, 9, 10 — датчики тиску; 8 — дросель створення зустрічного навантаження; 11 — гідромотор, що задає сигнал керування; 12 — частотно-імпульсний датчик швидкості обертання вхідного вала

параметрів, що контролюються на стенді, відповідність стану гідросистеми до очікуваної.

Насосна станція має насос регульованої продуктивності Н1 для живлення насоса-дозатора та насос регульованої продуктивності Н2 для живлення системи формування сигналу управління. В напірних каналах насосів встановлені запобіжні клапани К31 та К32.

Регулювання продуктивності насоса Н1 дозволяє налаштовувати витрати цього насоса на величину, що відповідають номінальним витратам насоса живлення для типорозміру насоса-дозатора, що випробовується.

Регулювання продуктивності насоса Н2 дозволяє налаштовувати швидкість обертання вала гідромотора ГМ1, що дозволяє задавати необхідну швидкість обертання вхідному валу насоса-дозатора.

Стенд оснащено контрольно-вимірювальною апаратурою, яка дозволяє реєструвати параметри системи в сталому стані та в динаміці.

Для візуального вимірювання тисків P_1 – P_5 та $P_{зл}$ в сталому режимі на стенді встановлені манометри типу ДМ, клас точності 0,6. На різних ділянках гідросистеми використовувались манометри з різним діапазоном вимірювання.

В напірному каналі насоса-дозатора для вимірювання тиску P_1 встановлено два манометра — один з діапазоном вимірювання до 25 МПа, призначений для контролю тиску на робочих режимах роботи системи рульового керування, та другий, який підключено через запірний кран Кр, має діапазон вимірювання до 1,6 МПа і призначений для контролю тиску $P_{н.с}$ за відсутності сигналу керування при середньому положенні золотникової пари насоса-дозатора.

Манометри для вимірювання тисків P_2 та P_3 мають діапазон вимірювання до 16 МПа, тиска $P_{зл}$ — діапазон до 1,0 МПа, тисків P_4 та P_5 — діапазон до 10 МПа.

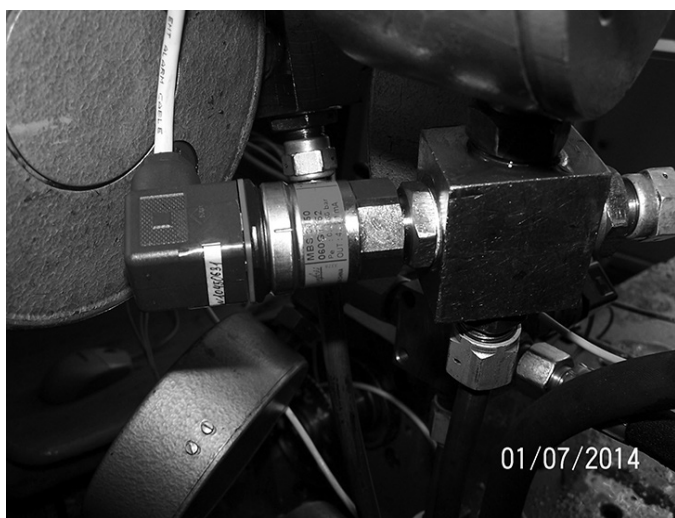
Для контролю тиску під час аналізу динамічних процесів на стенді встановлено тензометричні датчики тиску з вбудованими підсилювачами, які дозволяють реєструвати зміни тиску в часі на відповідних ділянках гідросистеми. Датчики тиску ДТ1–ДТ5 на різних ділянках гідросистеми використовуються з різним номінальним тиском. Датчик ДТ1, ДТ2 та ДТ3 моделі MBS 3050 фірми Danfoss (Данія), фотографію якого показано на рисунку 3,а, мають номінальний тиск $p_{ном} = 16$ МПа, а датчики тиску ДТ4 та ДТ5 моделі ADZ-SML-20 фірми ADZ NAGANO (Німеччина, Японія), фотографію якого показано на рисунку 3,б, мають номінальний тиск $p_{ном} = 10$ МПа. Технічні характеристики датчиків тиску наведено в таблиці 2.

Таблиця 1 — Перелік параметрів, що вимірюються на експериментальному стенді

Найменування	Одиниця виміру	Значення		Похибка вимірювання, статика, %
		мін.	макс.	
Люфт вхідного вала насоса-дозатора	град	0	30	1,5
Швидкість обертання вхідного вала насоса-дозатора	об/хв	10	100	1
Крутний момент, що передається на вхідний вал насоса-дозатора	Н·м	0	120	4
Регулювання обмеження крутного моменту на вхідному валі насоса-дозатора	Н·м	5	120	4
Навантажувальний перепад тиску у вихідних каналах насоса-дозатора	МПа	0	25	1
Надлишковий тиск, що підводиться до вихідних каналів насоса-дозатора	МПа	0	25	0,6
Тиск у напірній магістралі: насоса Н1 насоса Н2	МПа	0 0	25 12	0,6
Витрата в напірній магістралі: насоса Н1 насоса Н2	л/хв	8 5	126 31,8	1,5
Робоча температура	°C	10	100	2

Контрольно-вимірювальна система стенда містить датчик кутової швидкості вхідного вала насоса-дозатора ДШ. Датчик виконано частотно-імпульсного типу і містить диск з прорізами, який встановлено на муфті, та фотодатчик, який формує електричні імпульси. Для вимірювання частоти електричних імпульсів в статистиці також підключався низькочастотний частотомір марки ЧЗ-49.

На стенді використовується датчик витрати ДВ, який дозволяє контролювати витрату робочої рідини на різних ділянках гідросистеми, в тому числі в вихідних каналах насоса-дозатора, яка в системі рульового керування подається до виконавчого гідроциліндра при дії сигналу керування. Фотографію датчика витрати показано на рисунку 4. В якості перетворювача витрати в обертальний рух у датчика витрати використовується аксіально-поршнева гідромашина марки 210.16.11.00 з робочим об'ємом 28,1 см³, а швидкість обертання вала гідромашини, яка і визначає величину витрат, вимірюється датчиком швидкості, який виконано також частотно-імпульсного типу.



а



б

Рисунок 3 — Фотографії датчиків тиску (а) моделі MBS 3050 та (б) моделі ADZ-SML-20

Для реєстрації динамічних сигналів використовується комп'ютеризована система реєстрації та обробки

результатів вимірювання параметрів, що досліджуються, з використанням (рисунк 1) персонального комп'ютера ПК, аналого-цифрового перетворювача АЦП та програми обробки результатів вимірювання. Блок-схему системи реєстрації результатів вимірювання зображено на рисунку 5, а, а її фотографію — на рисунку 5, б.

Таблиця 2 — Характеристики датчиків тиску

Назва параметра	Один. виміру	Тип датчика тиску	
		MBS 3050	ADZ-SML-20
Діапазон вимірювання	бар	0 – 160	0 – 100
Вихідний сигнал		4 – 20 мА	0 – 10 В
Діапазон припустимих температур робоч. середовища	°C	від – 40 до 80	від – 40 до 125
Діапазон компенсованих температур	°C	від 0 до 80	від – 20 до 85
Точність вимірювань	%	±0,5 – ±1 діапаз. вимірювань	±0,5
Непівніжність	%	±0,5 діапаз. вимірювань	±0,15
Варіація і повторюваність	%	±0,1	±0,1
Вплив температур. на точність вимірювань	%	±0,1-0,2 діапаз. вимірювань/ 10°C	0,15 діапаз. вимірювань/ 10°C
Час реакції	мс	<4	<4
Граничний тиск перевантаження	бар	6-ти кратний діапазон вимірювань, але не більше 1500	
Тиск розриву чутливого елемента	бар	більше ніж 6-ти кратний діапаз. вимірювань, але не більше 2000	
Вібростійкість	синус. вплив	Гц	25-2000 з прискорення м 20 g
	випадк. вплив	Гц	5-1000 з прискорення м 7,5 g
Стійкість до удару Вага		Кг	удар 500g на протязі 1мс 0,2 0,09

Аналогові електричні сигнали від датчиків тиску підключені до аналогових входних каналів АЦП, в якості якого використовується АЦП моделі ADA-1406, виробник ООО «ХОЛИТ Дэйта Системс, Лтд» (Україна, Київ). Кожен вхід має індивідуальні налаштування режиму комутації та коефіцієнта передачі.

Сам перетворювач безперервних електричних сигналів в цифровий формат виконано на базі 14-ти розрядної інтегральної схеми. При цьому забезпечуються достатні швидкодія (частота вимірювань до 350 МГц) та точність (похибка до 3%) перетворення динамічних сигналів. Для експорту даних до персонального комп'ютера використовується паралельний канал передачі даних, що дозволило досягти високої швидкодії.

На комп'ютері для прийому, запису, збереження та обробки інформації використовувалось програмне забезпечення *PowerGraph*, яке забезпечує індивідуальне налаштування і калібрування каналів та дозволяє використання будь-яких одиниць виміру сигналів. Програма дозволяє реєструвати серію вимірювань у вигляді незалежних блоків даних, кожен з яких є безперервний масив даних довільного набору каналів.

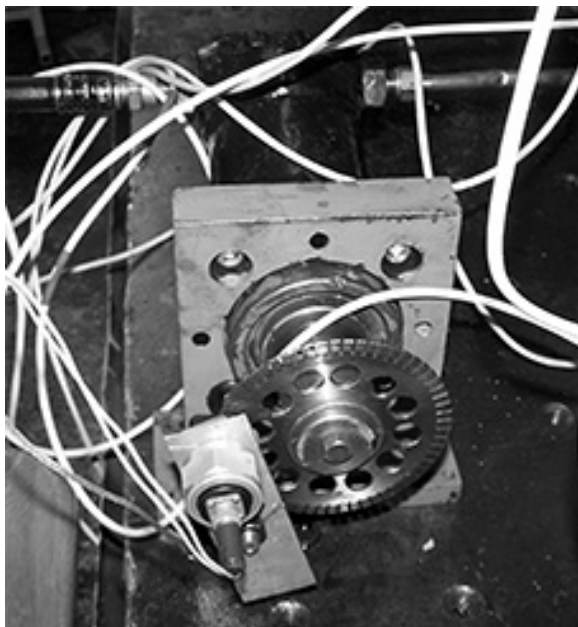


Рисунок 4 — Фотографія датчика витрати робочої рідини

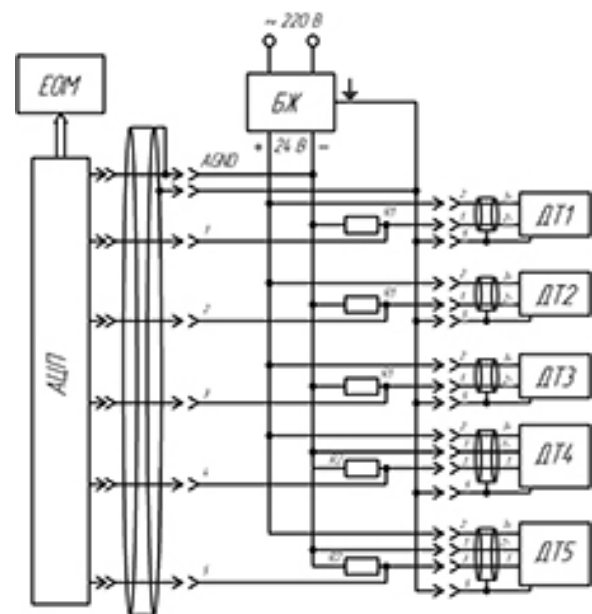
Налагодження випробувань та контрольно-виміральної апаратури, яка входить до складу стенда, відбувається наступним чином.

1. Налагодження витрати насоса Н1 відповідно до номінальної витрати насоса-дозатора певного типорозміру, що випробовується. Контроль величини витрати визначається датчиком витрати ДВ, який на час налагодження величини витрати насоса підключався до вихідного каналу цього насоса. При цьому витрати з вихідного каналу датчика витрати відводяться безпосередньо в зливний канал.

2. Налагодженням витрати насоса Н2 задається потрібна швидкість вала гідромотора ГМ2 та, відповідно,

швидкість обертання вхідного вала n_v насоса-дозатора. При цьому частота обертання вхідного вала контролюється за допомогою датчика швидкості ДШ.

3. Зустрічне навантаження в вихідних каналах насоса-дозатора налагоджується як перепад тиску в вихідних каналах за рахунок регулювання площі вікна навантажуючого дроселя Dp . При певній швидкості обертання вхідного вала насоса-дозатора в його вихідних каналах створювався відповідний потік робочої рідини. При повністю відкритому дроселі Dp тиски в обох вихідних каналах насоса-дозатора однакові, тобто $p_A = p_B$. При зменшенні площі дроселя Dp виникає перепад тиску, який визначає навантаження, тобто $\Delta p_n = |p_A - p_B|$ (у залежності від напрямку обертання вхідного вала), де значення тисків p_A та p_B визначаються за показниками манометрів P2 та P3.



а



б

Рисунок 5 — Комп'ютеризована вимірально-реєструюча система: (а) блок-схема та (б) фотографія

4. Експериментальне визначення об'єму робочої рідини q_8 , який подається у вихідний канал насоса-

дозатора НД за один оберт вхідного вала на різних режимах роботи, виконується наступним чином. За допомогою датчика витрат ДВ вимірюються витрати робочої рідини, що протікає у вихідних каналах насоса-дозатора. Протягом вимірювання визначається частота $n_{д.в}$ обертання вала датчика витрати. Об'єм робочої рідини, що подається в вихідний канал насоса-дозатора за один оберт вхідного вала, визначається із співвідношення

$$q_d = \frac{Q_{д.в}}{n_{д.в}} = \frac{n_{д.в} \cdot q_{д.в}}{n_{д.в}}, \quad (1)$$

де $Q_{д.в}$ — витрати, що визначені датчиком витрати; $n_{д.в}$ — частота обертання, відповідно, вала датчика витрати та вхідного вала насоса-дозатора, об/хв; $q_{д.в}$ — робочий об'єм датчика витрати.

5. Люфт вала насоса-дозатора визначається в такий спосіб. Дросель Др (рисунок 1) закривається і вхідному валу задається обертання в будь-якому напрямку. При досягненні у відповідному вихідному каналі тиску 4,5 МПа фіксували опір потенціометра ПТ (при вимірюванні люфта до вхідного вала паралельно з датчиком швидкості ДШ підключався потенціометр типу ПТП-51) і вал насоса-дозатора починали обертати у протилежному напрямку. При підвищенні тиску в іншому вихідному каналі до 4,5 МПа знову фіксували опір потенціометра ПТ і по різниці опорів визначали величину кута, який дорівнює люфту вала насоса-дозатора.

6. Втрати тиску $\Delta p_{н.с}$ у напірному каналі при середньому положенні золотника золотникової пари насоса-дозатора вимірюються при відсутності обертання вхідного вала і при настроєній номінальній витраті насоса Н1 для даного типорозміру насоса-дозатора. Після включення насоса живлення Н1 відкривається кран запірний Кр і підключається манометр з малим діапазоном вимірювання тиску, по якому визначається тиск $p_{н.с}$ у напірному каналі, та одночасно контролюється тиск $p_{зл}$ в зливному каналі.

Величина втрати тиску при цьому визначається з урахуванням тиску у зливному каналі гідросистеми як різниця тисків в напірному $p_{н.с}$ та зливному $p_{зл}$ каналах за формулою

$$\Delta p_{н.с} = p_{н.с} - p_{зл}. \quad (2)$$

7. Втрати тиску $\Delta p_{вт}$ при обертанні вхідного вала визначаються втратами тиску на дросельних кромках розподільного вузла насоса-дозатора. Кран запірний Кр закривається, включаються послідовно насоси Н1 та Н2, після чого за допомогою дроселя Др згідно вищезазначеного пункту 3 у вихідних каналах насоса-дозатора створюється зустрічне навантаження $\Delta p_{н}$. Реєструється тиск P_1 в напірному каналі та тиск $p_{зл}$ в зливному каналі. Величина втрати тиску при обертанні вхідного вала визначається з урахуванням тиску в зливному каналі гідросистеми за формулою

$$\Delta p_{вт} = p_1 - \Delta p_{н} - p_{зл}. \quad (3)$$

8. Крутний момент, що передається на вхідний вал насоса-дозатора, визначається по перепаду тисків в каналах гідромотора ГМ1 (p_4 — p_5) з використанням тарувальної характеристики. Така характеристика визначається експериментально для конкретного гідромотора, який навантажується порошковим гальмом певними значеннями крутного моменту при різних швидкостях обертання його вала і при цьому визначається відповідний перепад тиску на гідромоторі. Це дозволяє упродовж вимірювань крутного моменту по перепаду тисків в порожнинах гідромотора виключити механічні втрати в гідромоторі. Слід зазначити, що такий підхід до вимірювання крутного моменту припустимий для визначення тільки в статичі.

9. Регулювання обмеження крутного моменту на вхідному валу насоса-дозатора реалізується налаштуванням запобіжного клапана К32 у напірному каналі гідромотора ГМ1 з урахуванням тарувальної характеристики.

При сталих параметрах системи за показаннями приладів реєструються значення тисків на відповідних ділянках гідросистеми, швидкості обертання та витрати робочої рідини, по яких аналізувались статичні характеристики системи рульового керування.

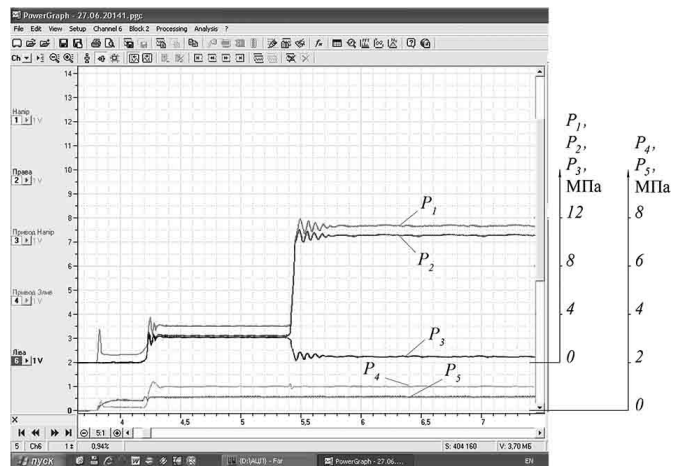


Рисунок 6 — Осцилограма роботи насоса-дозатора з робочим об'ємом 80 см³ при швидкості обертання вхідного вала $n_v = 80$ об/хв та дії зустрічного навантаження $\Delta p_n = 10$ МПа

Упродовж дослідження динамічних характеристик насоса-дозатора реєструвалися перехідні процеси на різних режимах його роботи. На рисунку 6 показано осцилограму, яка зареєстрована при швидкості обертання вхідного вала 80 об/хв та зустрічному навантаженні в вихідних каналах насоса-дозатора $\Delta p_{н} = 10$ МПа.

На осцилограмі відображено зміни тисків P_1 , P_2 , P_3 , P_4 та P_5 на відповідних ділянках гідрооб'ємної системи рульового керування. По вертикальній осі на осцилограмі позначено напругу в вольтгах, але датчики тиску різних типів мають різну чутливість та різну нульову точку згідно тарувальних графіків. Для зручності з лівої сторони на

осцилограмі нанесені шкали відповідності записаних сигналів величинам тиску.

Для проведення експериментальної оцінки надійності та довговічності насосів-дозаторів розглянутий стенд доукомплектується електрогідравлічною системою керування швидкістю гідромотора ГМ1 та низькочастотним генератором прямокутних коливань, що дозволяє задавати обертання вхідного вала насоса-дозатора, що циклічно змінюється, а також електромеханічною системою керування площею регульованого дроселя Др, що дозволяє задавати різне значення пасивного навантаження у вихідних каналах насоса-дозатора.

Для органолептичної оцінки якості роботи насоса-дозатора на стенді від'єднується гідромотор ГМ1 і замість нього встановлюється кермо самохідної машини, що дозволяє отримати відповідну оцінку роботи насоса-дозатора на різних режимах роботи.

Висновки

Запропоновано спеціальний стенд для експериментальних досліджень насосів-дозаторів гідрооб'ємних систем рульового керування, який дозволяє визначити параметри роботи насоса-дозатора в умовах, що відповідають різним режимам роботи системи рульового керування.

Наведено електрогідравлічну схему стенда для визначення характеристик насоса-дозатора при дії зустрічного навантаження та коротку характеристику контрольно-вимірювального обладнання. Для реєстрації динамічних сигналів реалізовано комп'ютеризовану систему з використанням аналогоцифрового перетворювача, а для збереження та обробки інформації використовувалісь програмне забезпечення *PowerGraph*.

На стенді реалізовано систему формування сигналу керування у вигляді повороту вхідного вала насоса-дозатора за допомогою гідромотора та систему формування зустрічного навантаження.

Особливістю даного стенда є те, що навантаження для насоса-дозатора формується у вигляді перепаду тиску в його вихідних каналах. Це дозволяє оцінювати працездатність цих виробів незалежно від їх робочого об'єму та спрощує аналіз та дослідження поведінки системи тривалий час, який не обмежується ходом виконавчого гідроциліндра системи рульового керування.

Література

1. Середя, Л.П. Насос-дозатор з додатковим зливним золотником з новою системою керування для гідрооб'ємних систем рульового керування / Л.П. Середя, Ю. М. Козак, О. О. Моторна // Промислова гідравліка і пневматика. — 2012. — №2 (36) — С. 27—30.

2. Пат. 86521 Україна, МПК (2013.01) B62D 5/00. Гідравлічний рульовий механізм транспортного засобу / М.І. Іванов, Л.П. Середя, О.О. Моторна, Ю.М. Козак, О.М.

Переяславський; заявник і патентовласник Вінницький державний аграрний університет. — № u 2013 01264; заявл. 04.02.2013; опубл. 10.01.2014, Бюл. № 1, 2014 р.

3. Моторная, О. Усовершенствование конструкции насоса-дозатора системы гидрообъемного рулевого управления самоходных машин / О. Моторная, Н. Иванов, Л. Середя, А. Переяславский // MOTROL: Commission of motorization and energetics in agriculture: Polish Academy of sciences. — Lublin. 2014.— Vol. 16, №5. — С. 103—114.

4. Погорельый, Л.В. Испытания сельскохозяйственной техники: научно-методические основы оценки и прогнозирования надежности сельскохозяйственных машин / Л.В. Погорельый, В.Я. Анилович. — К.: Феникс, 2004. — 208 с.

5. Армашов, Ю.В. Випробування сільськогосподарської техніки на надійність: Навч. посібник / Ю.В. Армашов. — Охмат П.К.: Дніпропетровськ, 2002. — 219 с.

6. Моторна, О.О. Вибір показників якості для всебічної оцінки функціонування гідрооб'ємної системи рульового керування самохідних сільськогосподарських машин / О.О. Моторна // Промислова гідравліка і пневматика. — 2015. — №2(48). — С. 71—75.

7. Обидин, В.Я. Стенд для исследования гидрорулей мобильных машин / В.Я. Обидин, А.И. Смоляков, А.В. Иванов. // Строительные и дорожные машины. — 1988. — №9. — С. 25—26.

8. А. с. 1280376 СССР, МКИ G 01 М 17/06. Стенд для испытаний рулевых механизмов транспортных средств / Л.П. Колосов, Д.С. Потапов, А.Н. Переяславский, В.М. Ярешко (СССР). — № 3937388/31-11; заявл. 06.08.85; опубл. 30.12.86, Бюл. № 48, 1986 г.

References

1. Sereda, L.P. Nasos-dozator z dodatkovym zlyvnym золотником z novoyu systemoyu keruvannya / L.P. Sereda, Y.M. Kozak, O.O. Motorna // Promyslova gidravlika i pnevmatyka. — 2012. — № 2 (36). — С. 27—30.

2. Pat. 86521 Ukrayina, MPK (2013.01) B62D 5/00. Gidravlichnyi rulovyi mekhanizm transportnogo zasobu / M.I. Ivanov, L.P. Sereda, O.O. Motorna, Y.M. Kozak, O.M. Pereyaslavsky; zayavnyk i patentovlastnyk Vinnytsky derzhavny agrarny universytet. — № u 2013 01264; zayavl. 04.02.2013; opubl. 10.01.2014, Byul. №1, 2014 r.

3. Motornaya, O. Usovershenstvovanie konstruktsii nasosa-dozatora sistemy gidroobiemnogo rulevogo upravleniya samokhodnykh mashin / O. Motornaia, N. Ivanov, L. Sereda, A. Pereyaslavsky // MOTROL: Commission of motorization and energetics in agriculture: Polish Academy of sciences.— Lublin. 2014.— Vol. 16, № 5. — С. 103—114.

4. Pogorely, L.V. Ispytaniya selskokhozyaistvennoi tekhniki: nauchno-metodicheskie osnovy otsenki i prognozirovaniya nadezhnosti selskokhoziaystvennykh mashin / L.V. Pogorelyi, V.Ya. Anilovich. — K.: Feniks, 2004. — 208 s.

5. Armashov, Yu.V. Vyprobuvannia silskogospodarskoi tekhniki na nadiynist: Navch. posibnyk / Yu.V. Armashov. — Okhmat P.K.: Dnipropetrovsk, 2002. — 219 s.

6. Motorna, O.O. Vybir pokaznykh yakosti dlia vsebichnoi otsinky funktsionuvannya gidroob'iemnoi systemy rulovogo keruvannya samokhidnykh silskogospodarskykh mashyn / O.O. Motorna // Promyslova hidravlika i pnevmatyka. — 2015. — №2(48). — S. 71—75.

7. Obidin, V.Ya. Stend dlia issledovaniya gidrorulei mobilnykh mashin / V.Ya. Obidin, A.I. Smoliakov, A.V. Ivanov. // Stroitelnye i dorozhnye mashyny. — 1988. — №9. — S. 25—26.

8. A. s. 1280376 SSSR, MKI G 01 M 17/06. Stend dlia ispytaniy rulevykh mekhanizmov transportnykh sredstv / L.P. Kolosov, D.S. Potapov, A.N. Pereyaslavskiy, V.M. Yaresenko (SSSR). — № 3937388/31-11; zayavl. 06.08.85; opubl. 30.12.86, Biul. № 48, 1986 g.

Надійшла 18.11.2015 року

УДК 620.162:001.8:631.3.076:62-514.5

Стенд и методика экспериментальных исследований насосов-дозаторов систем гидрообъемного рулевого управления самоходных машин при действии встречной нагрузки

Н.И. Иванов, О.А. Моторная,
А.Н. Переяславский, Ю.Н. Козак

Цель. Создание специального стенда для экспериментальных исследований насосов-дозаторов гидрообъемных систем рулевого управления самоходных машин.

Методы исследования. Определение экспериментальных статических и динамических характеристик гидрообъемных систем рулевого управления самоходных машин с модернизированным насосом-дозатором. Определение параметров, которые входят в математическую модель системы рулевого управления, и проверка адекватности этой модели, а также определение надежности и удобства (органолептической оценки качества) насоса-дозатора.

Результаты исследования. Разработан специальный экспериментальный стенд для исследования насосов-дозаторов гидрообъемных систем рулевого управления, который дает возможность проанализировать качество функционирования насоса-дозатора в условиях, соответствующих разным режимам работы системы рулевого управления. Разработана электрогидравлическая схема стенда для определения характеристик насоса-дозатора при действии встречной нагрузки и представлена характеристика контрольно-измерительной и регистрирующей системы. Для регистрации динамических

сигналов реализована компьютеризированная система с использованием аналого-цифрового преобразователя, а для сохранения и обработки информации на персональном компьютере используется программное обеспечение PowerGraph.

Особенностью данного стенда является то, что нагрузка для насоса-дозатора формируется в виде перепада давления в его выходных каналах. Это позволяет оценивать работоспособность этих изделий независимо от их рабочего объема и упрощает экспериментальное исследование поведения системы при воспроизведении определенных режимов ее работы на протяжении времени, которое не ограничивается ходом исполнительного гидроцилиндра системы рулевого управления.

Выводы. Предложен специальный стенд и методика экспериментальных исследований насосов-дозаторов гидрообъемных систем рулевого управления, что позволяет определять функциональные параметры насоса-дозатора, параметры его долговечности и дать органолептическую оценку качества его работы. Рассмотрена часть стенда для исследования насосов-дозаторов гидрообъемных систем рулевого управления, которая позволяет определить характеристики этих изделий при действии встречной нагрузки.

Ключевые слова: система рулевого управления, насос-дозатор, испытательный стенд, методика исследований, параметры системы, исследование характеристик.

UDC 620.162:001.8:631.3.076:62-514.5

The testbench and the experimental research methodology of the steering unit parameters of the self-propelled machinery hydrostatic steering system under the counter load

N.I. Ivanov, O.A. Motornaya,
A.N. Pereyaslavsky, Yu.N. Kozak

Purpose. The creation of the special testbench for experimental researches of the self-propelled machinery hydrostatic steering system steering units.

The research methods. The determination of experimental static and dynamic characteristics of hydrostatic steering systems of self-propelled machinery with modernized steering unit. The parameters determination that are included into the mathematic model of the steering system, and conformity verification of this model, and also determination of steering unit reliability and comfortability (organolectic quality assessment).

The research results. The special testbench for hydrostatic steering system steering unit testing is designed, that allows to analyze steering unit functioning quality in conditions, that corresponds to different steering system operational modes.

The electrohydraulic circuit of the testbench for steering unit characteristics measuring under the counter load is designed and the control measuring system and register system characterization is presented. The computerized system with analog to digital converter for dynamic signals registration is realized, and the PowerGraph soft is used for information saving and processing with personal computer.

The feature of this testbench is that the load for steering unit is created as a preassure drop in its output channels, that allows to evaluate product performance independently of its operational volume and simplifies experimental research of

the system behavior during playing certain operation modes over time, that is not limited by steering system executive hydrocylinder move.

Conclusions. The special testbench and experimental research methodology for hydrostatic steering system steering unit is suggested, that allows to determine steering unit operational parameters, its durability parameters and to give organoleptic estimation of its operation quality. The testbench part for hydrostatic steering system steering unit research that allows to determine that products parameters under the counter load is considered.