

УДК 621.83.062.1

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛНОПОТОЧНОЙ ГИДРООБЪЕМНОЙ ПЕРЕДАЧИ

**В.М. Шевцов, ассист., Национальный технический университет «ХПИ»,
г. Харьков**

***Аннотация.** Предложена методика проведения экспериментального исследования полнопоточной гидрообъемной передачи на стенде с приводящим электродвигателем и нагружающим устройством. Описан измерительный комплекс, состоящий из датчиков и аналого-цифрового преобразователя. Представлена структурная и гидравлическая схемы экспериментального стенда.*

***Ключевые слова:** полнопоточная гидрообъемная передача, стенд, измерительный комплекс, датчики, аксиально-поршневая гидромашина.*

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОВНОПОТОКОВОЇ ГІДРООБ'ЄМНОЇ ПЕРЕДАЧІ

В.М. Шевцов, асист., Національний технічний університет «ХПІ», м. Харків

***Анотація.** Запропоновано методику проведення експериментального дослідження повнопоточною гідрооб'ємною передачею на стенді з приводним електродвигуном і навантажувальним пристроєм. Описано вимірювальний комплекс, що складається з датчиків і аналого-цифрового перетворювача. Подано структурну і гідрравлічну схеми експериментального стенда.*

***Ключові слова:** повнопоточна гідрооб'ємна передача, стенд, вимірювальний комплекс, датчики, аксіально-поршнева гідромашина.*

EXPERIMENTAL STUDIES OF FULL-HYDROSTATIC TRANSMISSIONS

V. Shevtsov, T. Asst., National Technical University «KhPI», Kharkiv

Abstract. The technique of experimental study of a full-hydrostatic transmission on the stand with the leading motor and a load device is offered in the given article. A measuring system consisting of sensors and an analog – digital converter is described. The block and the hydraulic circuit of the experimental stand is presented.

Key words: full-flow hydrostatic transmission, stand, measuring system, sensors, axial-piston hydraulic machine.

Введение

Тенденцией последних лет является рост количества тракторов, оснащенных бесступенчатыми гидрообъемно-механическими трансмиссиями. Такие трансмиссии обладают преимуществами по сравнению со ступенчатыми механическими трансмиссиями, среди которых: простота конструкции, плавное бесступенчатое изменение скорости движения трактора, высокая эргономичность, возможность выбора оптимальной скорости

трактора и режима работы двигателя и др. Возникает необходимость в подробном исследовании гидрообъемных передач (ГОП), входящих в состав бесступенчатых трансмиссий, определении наиболее рациональных конструктивных параметров механической ветви двухпоточной передачи, распределении потоков мощности и выявлении основных взаимосвязей их кинематических и силовых характеристик с эксплуатационными характеристиками машинотракторного агрегата [1–6].

Анализ публикаций

Различные методики проведения экспериментальных исследований гидрообъемных передач представлены в работах Самородова В.Б., Митцеля Н.А., Бондаренко А.И. и др. Данные исследования предполагают снятие и обработку различных параметров гидрообъемной передачи, входящей в состав гидрообъемно-механической трансмиссии. В работах [7, 8] представлена методика определения параметров гидрообъемной трансмиссии, составленной по схеме «с дифференциалом на входе». При этом определяются давления в силовых трубопроводах гидрообъемной передачи, обороты на входе в трансмиссию и выходе на нагрузку, имитирующую колесо, а также крутящие моменты. В работах [9, 10] также представлена методика определения основных параметров, характеризующих работу гидрообъемной передачи в составе трансмиссии колесного трактора. При этом также определялись обороты, крутящие моменты и давления в основных силовых магистралях.

Цель и постановка задачи

Недостатком предложенных методик является отсутствие в списке снимаемых параметров температуры рабочей жидкости, которая оказывает существенное влияние на эксплуатационные характеристики гидрообъемной передачи, на работоспособность трансмиссии в целом и, как следствие, на технико-экономические показатели трактора. Поэтому целесообразным является создание методики, включающей в себя измерение температуры рабочей жидкости на двух-трех участках гидрообъемной передачи.

Методика проведения эксперимента

Для решения поставленной задачи был спроектирован стенд для экспериментального исследования гидрообъемной передачи (ГОП) на базе ОАО «Харьковский тракторный завод» с регулируемым аксиально-поршневым гидронасосом NP112 5MHL/D2BCDBY1 и нерегулируемым аксиально-поршневым гидромотором MP112 2/D2B35Y1 производства ОАО «ГИДРОСИЛА». Перед пробным пуском после монтажа рекомендуется проведение таких работ:

1) проверка по гидросхеме правильности соединения трубопроводов и гидроустройств;

- 2) проверка затяжки соединений трубопроводов, а также затяжки крепления к стыковым поверхностям гидроустройств;
- 3) проверка крепления насоса, гидромотора и других гидроустройств;
- 4) проверка правильности подключения заземления;
- 5) заливка рабочей жидкости (РЖ) в гидробаки до требуемого уровня и в гидромашины согласно эксплуатационной документации;
- 6) открытие воздушспускных устройств или ослабление соединений трубопроводов, указанных в руководстве по эксплуатации;
- 7) проверка кратковременным включением правильности направления вращения электродвигателя насоса;
- 8) при кратковременной работе гидрообъемной передачи – удаление воздуха из гидросистемы, после чего закрытие воздушспускных устройств (или затягивание ослабленных соединений трубопроводов) и доливание РЖ в гидробак до требуемого уровня. Схема стенда представлена на рис. 1.

При измерении параметров работы гидрообъемной передачи пользовались такими измерительными устройствами:

1. Преобразователь оборотов ПО-м12 – представляет собой индуктивный датчик с магнитным сердечником и расположенной вокруг него обмоткой. Принцип работы датчика заключается в наведении электродвижущей силы в обмотке при взаимодействии магнитного поля датчика с металлическим задающим диском. При вращении вала впадины зубьев задающего диска изменяют магнитный поток, вследствие чего в обмотке датчика формируется электрический импульс. Диапазон измерения – 0–2400 об./мин.
2. Преобразователь давления (ГД) представляет собой датчик, принцип работы которого основан на свойстве деформации упругой мембраны под действием давления жидкости (масла) или газа. Величина сдвига мембраны механически передается на переменный резистор (реостат); изменение его сопротивления регистрируется оборудованием. Диапазон измерения преобразователей для основных силовых трубопроводов составляет от 0 до 40 МПа, для линии подпитки – от 0 до 6,3 МПа.

Преобразователь температуры ПТ-130 представляет собой термопару, принцип действия которой основан на термоэлектрическом эффекте. Диапазон измерения датчика составляет от 0 до 130 °С.

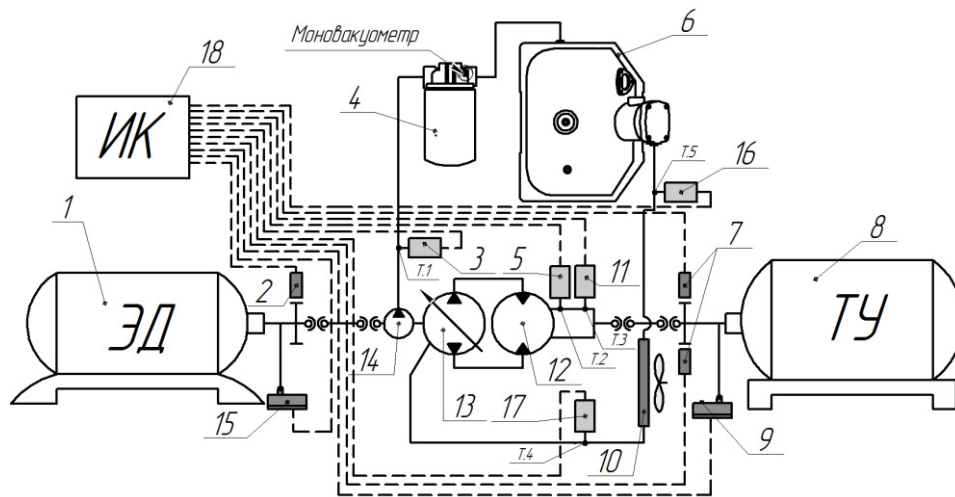


Рис. 1. Схема стенда для исследования ГОП: 1 – приводящий электродвигатель; 2,7 – преобразователь оборотов ПО-м12; 3 – преобразователь давления магистрали подпитки; 4 – всасывающий фильтр тонкой очистки; 5, 11 – преобразователь давления основных силовых магистралей; 6 – бак; 8 – тормозное устройство; 9, 15 – датчики крутящего момента; 10 – теплообменник с вентилятором; 12 – неуправляемый аксиально-поршневой гидромотор; 13 – управляемый аксиально-поршневой гидронасос; 14 – насос подпитки героторного типа; 16, 17 – преобразователи температуры; 18 – измерительный комплекс

3. Для фиксации разрежения в фильтре и, соответственно, степени его загрязненности использовали мановакуумметр.

Согласно ГОСТ 17108-86 научно-исследовательские испытания относятся к первой группе точности. Допустимые отклонения суммарной погрешности определения параметров приведены в табл. 1 [7–9].

Таблица 1 Допустимые отклонения от среднего арифметического значения по ГОСТ 17108

Параметр	Допустимые отклонения		
	1	2	3
Давление, %	±0,5	±1,5	±2,5
Температура РЖ, °С	±1,0	±2,0	±4,0
Частота вращения, %	±0,5	±1,0	±2,0
Крутящий момент, %	±0,5	±1,5	±2,5

Выбор регистрирующей и измерительной аппаратуры проводился с учетом требований по точности измерения, скорости протекания исследуемых процессов, числа регистрируемых величин, способа сохранения полученной информации. Минимальная частота опроса датчиков модулем АЦП Е14-140М составляла 1000 Гц.

Все датчики, используемые при проведении экспериментального исследования, имеют

линейную характеристику зависимости выходного сигнала, подаваемого непосредственно на АЦП или промежуточный усилитель.

Датчик частоты оборотов вала имеет отличную от остальных характеристику, что связано с принципом его работы. Как уже отмечалось, датчик оборотов генерирует импульс в зависимости от изменения магнитного потока, то есть при прохождении впадины получается ступенчатый сигнал. Частота появления ступенчатого сигнала за одинаковый промежуток времени пропорциональна частоте вращения вала [11].

В процессе экспериментального исследования управление подачей насоса осуществлялось изменением параметра регулирования от –1 до +1 и обратно до –1. То есть наклонную шайбу насоса с равным шагом пропорционально времени отклоняли от одного крайнего положения к другому. При этом производилась запись одновременно всех контролируемых параметров через АЦП.

Предварительно производился замер температуры окружающей среды с целью определения внешних условий проведения исследования. Замеры параметров (давления, оборотов гидронасоса и гидромотора, крутящих моментов) производились при нескольких фиксированных температурах. При этом

фиксирувалось изменение во времени не только относительного параметра регулирования, но и температуры рабочей жидкости на различных участках, что позволило определить зависимость изменения от температу-

ры оборотов и крутящего момента гидромотора, что, в свою очередь, характеризует коэффициент полезного действия гидрообъемной передачи [2–5].

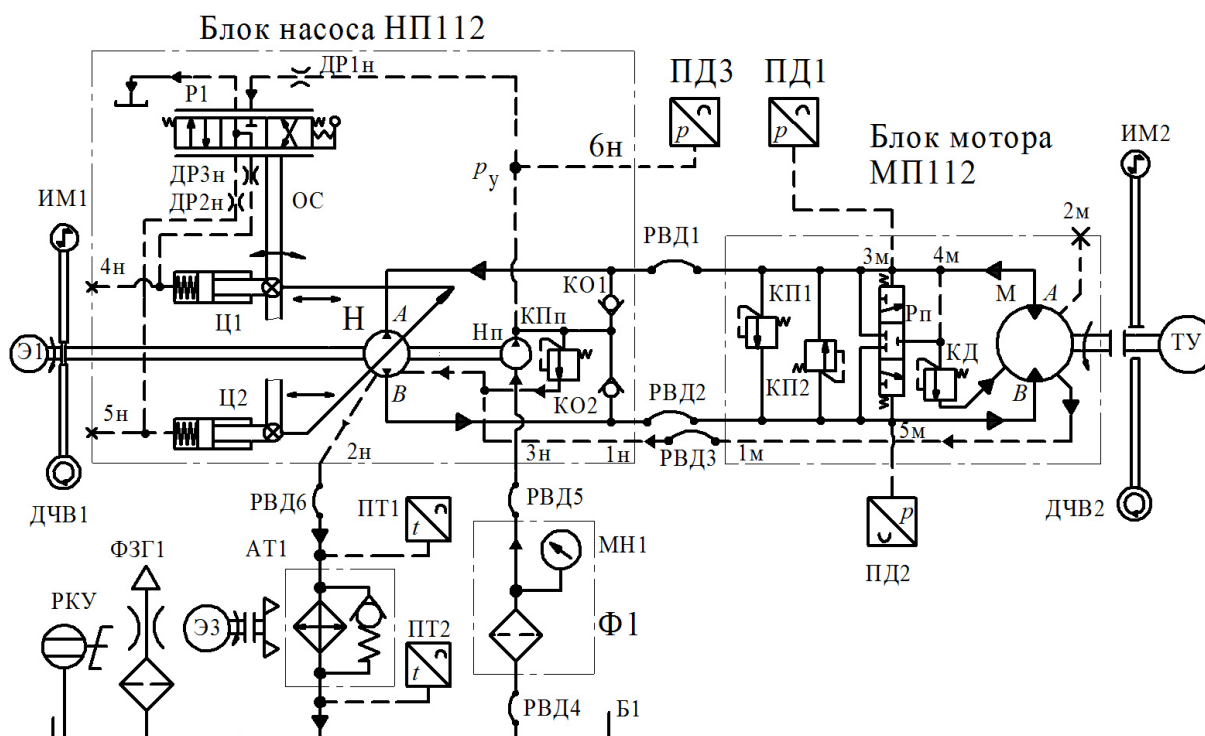


Рис. 2. Гидравлическая схема стенда для испытания ГОП: Н – насос; М – мотор; КП – клапаны предохранительные; Др – дроссели; КО – клапаны обратные; РВД – рукава высокого давления; Ц – гидроцилиндры; Ф – фильтр; АТ – теплообменник; Э1 – приводной электродвигатель; ТУ – тормозное устройство

На рис. 2 представлена принципиальная гидравлическая схема стенда для гидрообъемных передач, на которой непосредственно указаны места установки всех датчиков и фиксирующей аппаратуры. Места установки датчиков для измерения давления определяются производителями гидромашин. Датчики крутящих моментов и оборотов установлены на входном и выходном валах гидромашин. Датчики температуры установлены на участках входа и выхода рабочей жидкости на теплообменник, а также в картере гидромотора. Это позволяет определить температуру утечек в гидромашине, а также эффективность работы теплообменника.

Выводы

Была разработана методика проведения экспериментального исследования полнопоточных гидрообъемных передач как самостоятельного привода, а также в составе двухпо-

точных гидрообъемно-механических трансмиссий. Предложенная методика позволяет получить данные по изменению температурных режимов работы гидрообъемной передачи в зависимости от частоты вращения и нагрузки на выходном звене. Полученные данные позволяют определить основные энергетические и эксплуатационные характеристики гидромашин и передачи в целом, а также оценить интенсивность изменения эксплуатационных характеристик гидропередачи в процессе ее работы.

Литература

1. Samorodov V.B. The optimization algorithm in determining the relationship between technical and economic indices of machine-tractor unit with hydrovolumetric-mechanical transmission / V.B. Samorodov // Współpraca Europejska / European

- Cooperation. – 2016. – Vol. 3(10). – P. 94–107.
2. Samorodov V.B. Parametrical synthesis of hydrovolumetric-mechanical transmissions for vehicles according to the criterion of maximum efficiency / V.B. Samorodov // Współpraca europejska / European Cooperation. – 2015. – Vol. 1(1).
 3. Bondarenko A.I. Laboratory Stand for Research of the Workflow in Hydrostatic Mechanical Transmissions / A.I. Bondarenko, M.O. Mittsel, A.P. Kogushko // European Science and Technology: 9th International Scientific Conference. Munich. – 2014. – P. 23–26.
 4. Samorodov V.B. Laboratory Stand for Research of the Workflow in Hydrostatic Mechanical Transmissions / V.B. Samorodov, A.I. Bondarenko, M.O. Mittsel, A.P. Kogushko // European Science and Technology: Materials of the IX International Research and Practice Conference, 24–25 December 2014, Munich, Germany / Strategic Studies Institute. – Munich: Strategic Studies Institute. – 2014. – Vol. II. – P. 289–295.
 5. Samorodov V.B. Experimental appropriateness verification of K. Gorodetsky's mathematical model for losses determination in hydrostatic transmissions for modern hydrolic machines / V. Samorodov, S. Shuba, O. Derkach, V. Shevtzov, N. Mittsel // Eastern European Scientific Journal. – 2014. – №6. – P. 285–291.
 6. Самородов В.Б. Анализ развития современных трансмиссий тракторов / В.Б. Самородов, А.П. Кожушко, Е.С. Пелипенко // Вестник национального технического университета «ХПИ»: сб. науч. работ. Серия: Автомобиле- и тракторостроение. – 2015. – № 8 (1117). – С. 26–32.
 7. Самородов В.Б. Дорожні випробування колісного трактора з двопотоковою гідрооб'ємно-механічною трансмісією / В.Б. Самородов, А.П. Кожушко, М.О. Мітцель // Первый независимый научный вестник – 2015. – №1. – С. 54–61.
 8. Самородов В.Б. Експериментальне дослідження робочих процесів у гідрооб'ємно-механічних трансмісіях з диференціалом на вході та з диференціалом на виході / В.Б. Самородов, А.І. Бондаренко // Збірник наукових праць Донецького інституту залізничного транспорту Української державної академії залізничного транспорту. – 2014. – № 39. – С. 60–67.
 9. Самородов В.Б. Результати експериментального дослідження процесу гальмування колісного трактора «Fendt 936 Vario» / В.Б. Самородов, А.І. Бондаренко // Технологічний аудит та резерви виробництва. – 2014. – № 3/2 (17). – С. 54–59.
 10. Самородов В.Б. Прибор для измерения крутящего момента на валах автомобилей и тракторов / В.Б. Самородов, А.И. Бондаренко, Н.А. Митцель // Автомобильная промышленность. – 2014. – № 12. – С. 31–33.
- Рецензент: А.С. Полянский, профессор, д.т.н., ХНАДУ.
- Статья поступила в редакцию 20 июня 2016 г.
-