

ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ГІДРОПРИВОДУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ГУСЕНИЧНИХ МАШИН

Шушляпін С.В., к.т.н., доц.

Харківський національний технічний університет сільського господарства

Дюндик С.М., к.т.н., доц.

Національна академія Національної гвардії України

На прикладі гусеничної машини сільськогосподарського призначення запропоновано метод контролю працездатності гідроприводу коробки передач зі зміною параметрів перехідного процесу, який дозволяє без демонтажу гідроагрегатів оцінити їх технічний стан.

Постановка проблеми. Розвиток конструкцій гусеничних машин сільськогосподарського призначення в Україні і за кордоном спрямовано в основному на підвищення продуктивності, надійності і особливо довговічності їх агрегатів. Рішення цих завдань зажадало застосування на таких машинах трансмісій нових типів, зокрема коробка передач (КП) з перемиканням передач без розриву потоку потужності, істотною ланкою яких є гідропривід управління. Такі трансмісії застосовуються на тракторах вітчизняного виробництва : ХТЗ-160, ХТЗ-170, Т-153, ХТЗ-180 і ХТЗ-200 і ряду зарубіжних фірм : МТЗ, Джон-Дір та ін. [1, 11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням дослідження гідроприводу присвячена безліч учбових, монографічних і періодичних публікацій. Це передусім роботи Башти Т.М. [3], Прокоф'єва В.Н. [4] та ін., які спрямовані на вдосконалення гідроприводу КП гусеничної машини з перемиканням передач без розриву потоку потужності шляхом вирішення завдання конструктивного удосконалення гідроприводів, в яких обґрунтовано оптимальний тиск робочої рідини, її температурний режим при номінальній потужності. Ефективність методів відновлення працездатності гідроприводів КП в період експлуатації гусеничних машин суттєво залежить від способів контролю його технічного стану. Своєчасне і високоякісне технічне обслуговування (діагностування) забезпечує збільшення терміну служби гусеничних машин і зростання ефективності використання в різних умовах експлуатації.

Технічна діагностика гідроприводу КП без розриву потоку потужності базується на загальній теорії технічної діагностики, зокрема, на роботах Міхліна В.М. [7], який заклав теоретичні основи діагностування сільськогосподарської техніки. При цьому до основних задач технічної діагностики відносяться: перевірка працездатності, пошук несправностей, отримання даних для прогнозування остаточного ресурсу, постановка діагнозу і прийняття рішення з керування технічним станом об'єкту діагностування.

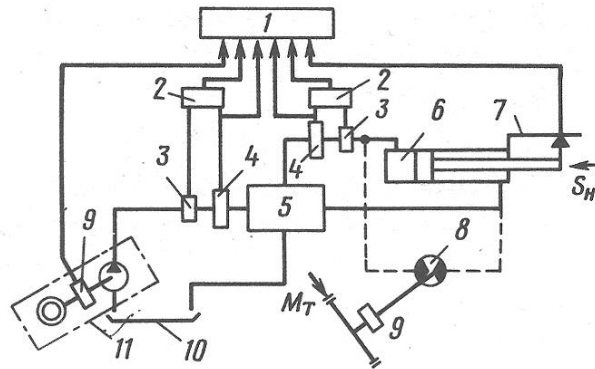


Рис. 1 – Схеми розміщення вимірювальної апаратури при діагностуванні гідравлічних систем по зміні об'ємного ККД і гідравлічній потужності:

1 - блок перетворення; 2 - блок множення; 3 - датчики тиску; 4 - датчики витрати; 5 - розподільник; 6 - гідроциліндр; 7 - датчик лінійного переміщення; 8 - гідромотор; 9 - датчики оборотів; 10 - бак; 11 - насосна установка; S_H - зусилля вантаження; M_T - момент гальмування

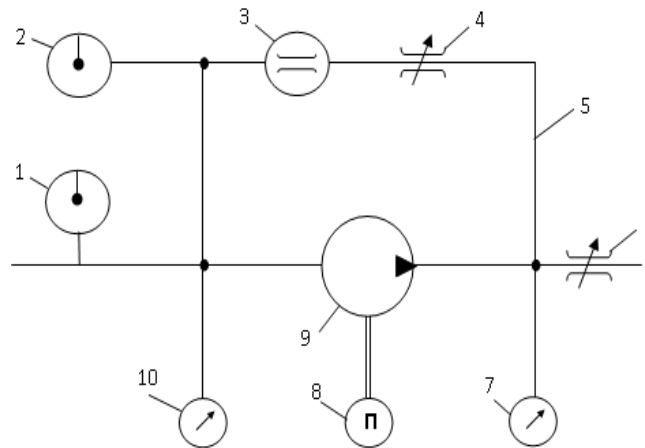


Рис. 2 – Схема пристрою для комплексного виміру об'ємного і повного ККД гідронасосу :

1, 2 - датчики температури; 3 - витратомір; 4, 6 - гідродроселі; 5 - перепускний канал; 7, 10 - датчики тиску; 8 - датчик частоти обертання; 9 - гідронасос

Останнім часом значення технічної діагностики гідроприводів КП з перемиканням без розриву потоку потужності значно зросла за такими основними причинами:

- зростаюча роль у сільськогосподарському виробництві енергонасичених гусеничних машин, що мають трансмісії з перемиканням передач без розриву потоку потужності;
- висока трудомісткість і вартість ремонту при відмові гідроприводу КП;
- складна природа відмов гідроприводу КП внаслідок неоднозначності діагностичних параметрів.

В основу відомих методів і засобів діагностування гідроприводів покладена оцінка структурних і діагностичних параметрів стану [5, 6, 7].

Так, при діагностуванні гідросистем по зміні об'ємного ККД і гідравлічній потужності, наприклад, дорожно-будівельних машин [8] (рис. 1) реєструються:

частота обертання приводного валу(датчик 9); об'єм і тиск рідини, що поступає в напірний трубопровід для гідронасосів, гідродвигунів і гідроциліндрів (датчики 3 і 4); витрата і тиск рідини, що поступає і витікає з гідророзподільників і швидкостей переміщення штока гідроциліндра (датчик 7). Гідравлічна потужність контролюється блоком множення 2. Контроль зміни тиску рідини в усіх гідроагрегатах гідросистеми дозволяє визначити несправність.

Іншим напрямом в діагностуванні гідроприводів є оцінка стану робочої рідини, контрольованої або шляхом спектрального аналізу [9], або шляхом гранулометричного аналізу забрудненості робочої рідини [10]. Недоліком цих способів є складність локалізації джерела інтенсивного зносу при виготовленні деталей, що труться, з одного металу. Ці способи знаходять застосування при оцінці загального технічного стану гідроприводу.

При оцінці технічного стану гідромашин застосовуються також термодинамічні методи діагностування [3], обґрунтовані на законі збереження і перетворення енергії. При такому методі діагностування реєструється різниця температур робочої рідини в перепускному каналі і у всмоктуючій магістралі з одночасною реєстрацією тиску на вході і виході насоса (рис. 2).

При контролі технічного стану гідроприводу КП із застосуванням приладу КИ- 6285 (рис. 3) контролюються в основному об'ємне подання насоса і регулювання гідроклапана переливання. При цьому основні функціональні параметри гідроприводу (стабільність перехідного процесу, порушення тривалості перекриття або розрив потоку потужності при перемиканні передач) не контролюється.

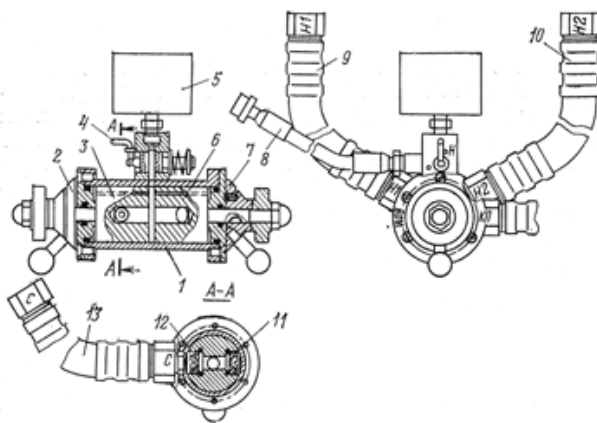


Рис. 3 – Прилад КИ- 6285 для контролю агрегатів гідросистем трансмісії тракторів виробництва ХТЗ :

1 - корпус; 2, 7 - правий і лівий лімби; 3 - ліва пробка; 4 - ручка крану манометра; 5 - манометр; 6 - права пробка; 8 - гнучкий рукав манометра; 9 - напірний гнучкий рукав приладу; 10 - напірний гнучкий рукав; 11, 12 - шайби-дроселі; 13 - зливний рукав приладу

Таким чином, аналіз методів і засобів діагностування гусеничних машин показав, що відомі методи і засоби діагностування не дозволяють в повному об'ємі оцінити технічний стан гідроприводів КП з перемиканням без розриву потоку потужності.

Метою статті є обґрунтування можливості оцінювати та виконувати контроль працездатності гідроприводу коробки передач за параметрами перехідного процесу по двом показникам, а саме часом перехідного процесу та тривалістю перекриття передач.

Виклад основного матеріалу. На гусеничних машинах широко застосовуються різні за своїм функціональним призначенням гідроприводи. Найбільш складним гідроприводом є привід КП з розподілом потужності по бортах (рис. 4).

Робота гідросистеми КП полягає в наступному: насос 2 всмоктує робочу рідину з гідравлічного резервуару 6 через забірний фільтр 3 і подає через фільтр 4 тонкого очищення до перепускного клапану 27 і до клапанів скидання тиску 5, 18 лівого і правого борту. Якщо на ці клапани не діють органи керування, то масло вільно підходить до правого і лівого розподільника 12, 13 перемикання передач. Після заповнення бестерів гідропідтискних муфт правого і лівого бортів робоча рідина через перепускний клапан скидається в картер КП.

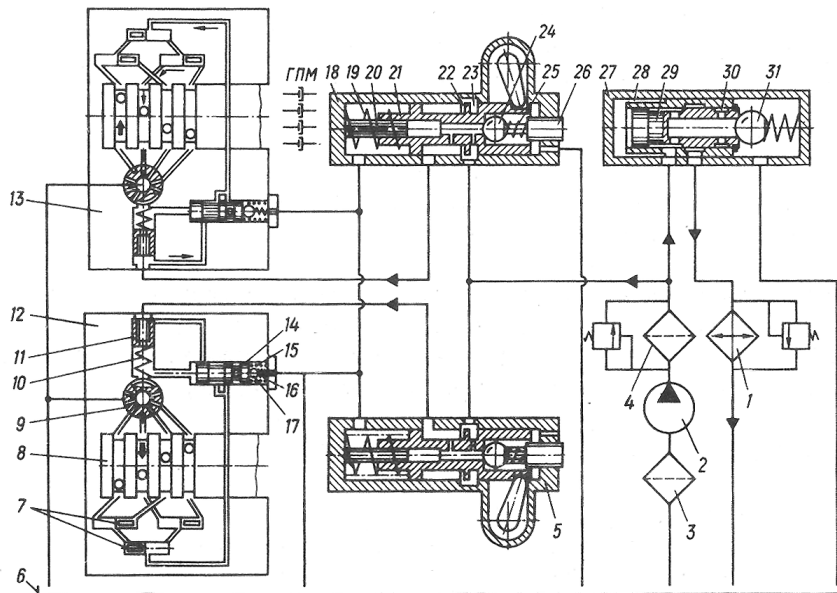


Рис. 4. Схема безакумуляторного гідроприводу КП гусеничної машини типу ХТЗ-180:

1 - радіатор; 2 - масляний насос; 3 - огорожний фільтр; 4 - фільтр тонкого очищення; 5, 18 - клапан плавного скидання тиску; 6 - гідравлічний резервуар; 7 - перекидні клапани; 8 - вторинний вал коробки передач; 9 - маслорозподільний золотник; 10 - пружина дільника потоку; 11 - дільник потоку; 12, 13 - розподільники перемикання передач; 14 - золотник відсічки; 15 - пружина золотника відсічення; 16, 25 - пружини кулькового клапана; 17, 24 - кулькові клапани; 19 - повертаюча пружина; 20 - штифт-бустер; 21 - золотник; 22 - регулюючий проміжок; 23 - проточка відведення масла; 26 - регулюючий гвинт; 27 - перепускний клапан; 28 - проточка відведення масла від торця золотника; 29 - золотник; 30 - проточка; 31 - кульовий запираючий клапан

На сталих режимах включення передач до розподільників подається незначна кількість робочої рідини ($P_p \approx 0,11$ МПа), необхідної лише для компенсації витоків. Внаслідок цього на дроселі дільника потоку 11 перепад тиску відсутній і клапан знаходиться у верхньому положенні, перекриваючи

канал підживлення. Одночасно золотник відсічки 14 під дією тиску на вході до золотників розподільників 12, 13 зміщений вправо і додатково перекриває канал підживлення. Золотники розподільників 12, 13 направляють рідину по каналам вторинних валів 8, через які рідина надходить до бустерів гідропідтискних муфт і до перекидних клапанів 7.

У момент перемикання передачі потік рідини до розподільників 12, 13 різко зростає. При цьому зростає і перепад тиску на дроселі ділянки потоку, що призводить до його зсуву. Одночасно за дроселем тиск падає, внаслідок чого золотник відсічення зміщується. При цьому канал підживлення стає проточним на обох ділянках. У цьому випадку рідина від насоса ділиться на два потоку: основна частина подається на вмикання передач через дросельний отвір ділянки потоку, інша частина - в канал підживлення, який через перекидні клапани 7 з'єднаний з включеною передачею, де підтримується тиск $P_p=0,5...0,55$ МПа. Так продовжується до моменту заповнення рідиною бустера включеної передачі. По закінченні заповнення потік рідини через ділянку потоку 11 зменшується, що призводить до зростання тиску перед золотником відсічки 14. Внаслідок цього ділянку потоку під дією пружини зміщується донизу, а золотник відсічки - вправо, перекриваючи канал підживлення. Останнім переміщується перекидний клапан, від'єднуючи вимикаєму передачу від насоса.

Процес зміни тиску рідини у гідроциліндрах, що вмикається P_2 і вимикається P_1 , характеризується кривими, зображеними на рис. 5, де зона I характеризує сталий режим роботи гідросистеми, зона II - процес заповнення бустера включеної передачі, зона III - наростання тиску у включеної передачі.

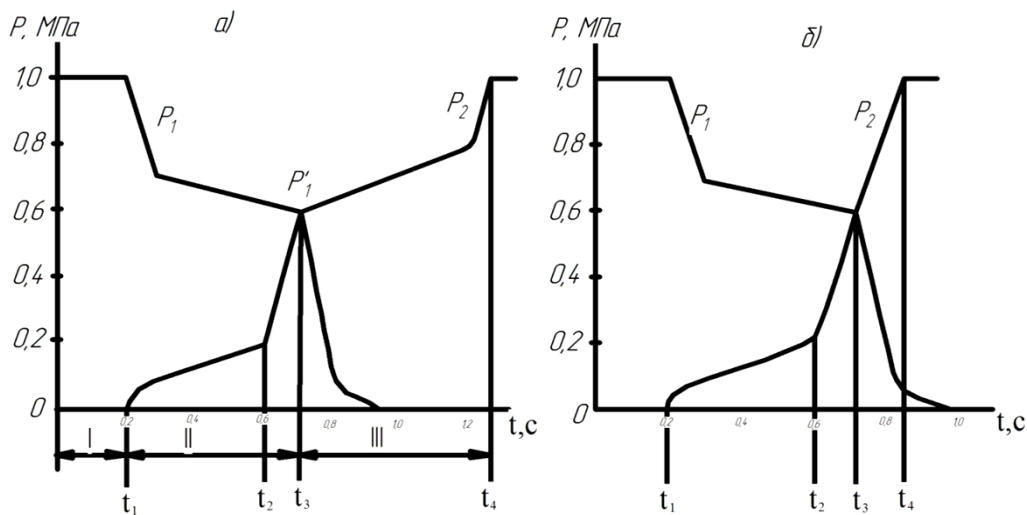


Рис. 5. Осцилограми перехідного процесу при перемиканні передач:

а) КП з гідроаккумуляторами; б) безаккумуляторний варіант КП

Процес перемикання починається в момент часу $t=t_1$ установкою золотника гідророзподільника перемикання передач в положення включення гідроциліндрів обраної передачі. Це призводить до зростання тиску P_2 до значення $0,25...0,3$ МПа. В момент часу від t_1 до t_2 тиск P_2 збільшується менш

інтенсивно, що відповідає процесу подолання зусилля зворотних пружин в гідроциліндрах, а також сил тертя поршня об стінки циліндру й маточину. При $t=t_2$ заповнення гідроциліндрів закінчується і тиск P_2 зростає до значення $0,4 \dots 0,6$ МПа, що відповідає точці P'_1 .

Одночасно відключення гідроциліндрів обраної передачі від насоса призводить (при $t=t_1$) до зниження тиску від $1,0$ до $0,7$ МПа під дією зусилля пружин гідропідтискних муфт, а також величини гідравлічного опору дроселів гідророзподільників 12, 13. Подальше плавне зниження тиску обумовлено відкриттям каналу підживлення і подачі масла через дільник потоку 11 до обраної передачі. При $t=t_3$ тиск P_2 зрівнюється з P_1 і відбувається перекриття каналу підживлення дільником потоку 11 і золотником відсічки 14, що призводить до відключення гідроциліндрів від насоса. Тиск P_1 наростає до номінального значення, підтримуваного перепускним клапаном 27 в межах $1,0 \pm 0,5$ МПа.

Відмінність перехідного процесу в безакумуляторній гідравлічній системі не дозволяє проводити діагностування за граничним тиском розрядки гідроакумулятора відповідному точці P'_1 (див. рис. 5). Діагностування даної системи можна проводити, контролюючи час $t=t_3$.

Визначення впливу технічного стану окремих гідроагрегатів гідроприводу КП на якість перехідного процесу проводилося на експериментальній установці, яка забезпечувала вільний доступ до гідроагрегатів і повністю відтворювала функціональні та конструктивні параметри гідроприводу КП гусеничної машини [1].

Наведені осцилограми перехідного процесу при перемиканні передач в гідроприводах КП з гідроакумулятором і без нього підтверджують можливість проведення оцінки технічного стану гідроприводу КП в цілому, а також його гідроагрегатів за зміною параметрів перехідного процесу без демонтажу з мінімальними затратами.

Висновки. Таким чином обґрунтовані можливості оцінювати та виконувати контроль працездатності гідроприводу коробки передач за параметрами перехідного процесу по двом показникам, а саме часом перехідного процесу та тривалістю перекриття передач, що дозволяє без демонтажу гідроагрегатів з мінімальними витратами оцінити їх технічний стан.

Список використаних джерел

1. Тодоров, П.П. Перспективные разработки базовых моделей тракторов ХТЗ для сельскохозяйственного производства Украины [Текст]/ Тодоров П.П., Гудзь С.П., Абдула С.Л. // Тракторная энергетика в растениеводстве. Сб. научн. тр. ХГТУСХ. – Харьков, 1998. – С. 4-11.
2. Ксенович, И.П. Проектирование универсально-пропашных тракторов. [Текст]/ Ксенович И.П., Солонский Н.С., Войчинский С.М. – Мн.: Наука и техника, 1980. – 320 с.
3. Башта, Т.М. Машиностроительная гидравлика [Текст]/ Башта Т.М. Справочное пособие. – М.: Машиностроение, 1971. – 671 с.

4. Садовский, Б.Д. Динамика гидропривода [Текст]/ Б.Д. Садовский, В.Н. Прокофьев, В.К. Кутузов и др. / Под ред. В.Н. Прокофьева. – М.: Машиностроение, 1972. – 288 с.
5. Топилин, Г.Е. Оценка приспособленности тракторов к техническому обслуживанию по совокупности признаков [Текст]/ Топилин Г.Е. / Тракторы и сельхозмашины. – 1979. – №6. – С. 7-10.
6. Михлин, В.М. Эксплуатационная технологичность конструкций тракторов [Текст]/ В.М. Михлин, К.И. Диков, В.М. Стариков и др. / Под. общ. ред. Н.Ф. Чухчина и В.М. Старикова. – М.: Машиностроение, 1982. – 256 с.
7. Михлин, В.М. Прогнозирование технического состояния машин. [Текст]/ Михлин В.М. – М.: Колос, 1976. – 288 с.
8. Петров, И.В. Обслуживание гидравлических и пневматических приводов дорожно-строительных машин [Текст]/ Петров И.В. – М.: Транспорт, 1985. – 168 с.
9. Лозицкий, Л.П. Практическая диагностика авиационных газотурбинных двигателей [Текст]/ Л.П. Лозицкий, В.П. Степаненко, В.А. Студенкин и др. / Под ред. В.П. Степаненко. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.
10. Кузнецова, Т.В. Диагностирование состояния гидромашин в течении приработки по загрязненности [Текст]/ Кузнецова Т.В. Изв. ВУЗов. – М.: Машиностроение, 1983. – №8. – С.81-84.
11. Тракторы зарубежных фирм на международной выставке "Сельхозтехника –78" [Текст]/ – М.: ЦНИИТЭИтракторосельхозмаш, 1979. – Вып.2. – 54 с.

Abstract

DETERMINATION OF THE TECHNICAL STATE AND CAPACITY HYDRAULIC OCCASION OF GEAR-BOX OF CATERPILLAR MACHINES

Shyshlyapin S., Dundik S.

For example, tracked vehicles for agricultural purposes Todd invited me efficiency hydraulic control gearbox with changing parameters of the transition process, which allows without dismantling the hydraulic units evaluate their technical condition.

Аннотация

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГИДРОПРИВОДУ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

Шушляпин С.В., Дюндик С.М.

На примере гусеничной машины сельскохозяйственного назначения предложено метод контроля работоспособности гидропривода коробки передач с изменением параметров переходного процесса, который позволяет без демонтажа гидроагрегатов оценить их техническое состояние.