

2. Клыбик, В.К. Ранжирование способов управление эксплуатационной надежностью сельскохозяйственной техники / В.К. Клыбик, М.И. Новиков, А.В. Новиков // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2012. – Вып. 46. – С. 166–172.

**УДК 621.43.001.4**

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ**

**Тимошенко В. Я., к.т.н., доцент, Новиков А. В., к.т.н., доцент,  
Жданко Д. А., к.т.н., Сушко Д.И., ассистент**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

### **Введение**

С каждым годом в отраслях народного хозяйства все больше востребована высокопроизводительная, энергонасыщенная, высокотехнологичная техника. Повышение эффективности эксплуатации машин возможно за счет применения гидростатической трансмиссии, которая позволяет получать более широкий диапазон скоростных режимов, что улучшает маневрирование и тяговые характеристики машин. Она обеспечивает бесступенчатое изменение скорости, большую конструктивную гибкость, возможность осуществлять автоматическое управление, высокую защиту во время перегрузок, легкий отбор мощности на навесное оборудование и максимальное использование мощности двигателя даже на малых скоростях.

К недостаткам существующих гидростатических трансмиссий следует отнести требовательность ее к высокой культуре обслуживания и повышенную сложность отдельных узлов. Наиболее уязвимыми агрегатами этой трансмиссии являются её основные агрегаты – аксиально-плунжерные мотор и насос, включающие прецизионные детали и составляющие более 90% стоимости всей трансмиссии.

### **Основная часть**

Диагностирование представляет комплекс операций, проводимых в составе мероприятий системы планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта машин (системы ППР), выполняемых в плановом порядке, а также при необходимости (с целью поиска места и причин отказа). Диагностирование гидропривода машин обеспечивает: определение фактического технического состояния гидропривода в целом, его сборочных единиц и систем; определение места и причины возникновения неисправности при отказе объекта; сбор исходных данных для прогнозирования

ния остаточного ресурса или оценки вероятности безотказной работы гидросистемы в межконтрольный период; повышение эффективности технической эксплуатации машин.

Повышение эффективности эксплуатации машин с гидроприводом рабочих органов при применении диагностирования достигается за счет: сокращения затрат времени на определение технического состояния путем исключения работ по разборке (демонтажу); сокращения простоев машин из-за отказа гидравлического привода рабочих органов; снижения затрат на устранение отказов машин вследствие своевременного обнаружения скрытых дефектов; повышения эффективности использования машин по назначению в результате своевременной коррекции (восстановления) функциональных характеристик машин при выходе их за пределы допуска; снижения объемов работ, выполняемых при техническом обслуживании и ремонте, в результате установления соответствия их состава действительному техническому состоянию машины.

Существует ряд рекомендаций по диагностированию технического состояния агрегатов гидростатической трансмиссии [1], которые требуют торможения самоходной машины. На практике такое торможение возможно только путем наезда машины на препятствие, что может привести к поломке машины и травмированию обслуживающего персонала.

Для диагностирования гидростатической трансмиссии предназначен стенд КИ-4815м [2] с приставкой для контроля гидравлической плотности золотниковых пар гидрораспределителей по времени падения давления рабочей жидкости, содержащий источник давления рабочей жидкости и соединенные с ним трубопроводы высокого давления с запорными органами и манометрами.

Недостатками этого стенда является отсутствие расчета утечек при падении давления от 10 до 7,5 МПа, сложность гидравлической схемы. Известен также стенд [2] для испытания трубопроводов высокого давления на герметичность содержащий источник давления рабочей жидкости, распределительную и предохранительную гидроаппаратуру, гидроаккумулятор, манометры.

Однако известный стенд является недостаточно надежным при проверке золотниковых пар гидрораспределителя с разной допустимой утечкой методом падения давления, так как он ориентирован лишь на обнаружение негерметичности трубопроводов.

Этот недостаток устранили в стенде [2] для проверки гидравлической плотности гидроагрегата, содержащем источник давления рабочей жидкости, соединенные с ним трубопроводы высокого давления с запорными органами и манометрами и гидроаккумулятор, гидроаккумулятор выполнен пружинным с несколькими цилиндрами, соединенными каждый с о-

ответствующим трубопроводом, плунжеры которых связаны друг с другом общим основанием, нагруженным пружиной.

С помощью стенда осуществляется проверка гидроагрегатов методом падения давления. Недостатком стенда является низкий объем компенсации рабочей жидкости -  $3 \text{ см}^3$ , а также недостаточное давление в системе - 7 МПа, отсутствие механизма отсчета утечек рабочей жидкости, что в конечном итоге приводит к низкому качеству диагностики гидроагрегата. В настоящее время для оценки герметичности рабочих сопряжений гидроприводов необходимо использовать утечки жидкости при номинальном давлении - не менее 22,5 МПа.

Задача была решена тем, что в стенде [3] для диагностирования гидроприводов, содержащем гидробак, насос с приводом от электродвигателя, распределитель управления, обратные клапана, манометр, трубопроводы высокого давления и цилиндры, цилиндры последовательно соединенные соединены между собой трубопроводом высокого давления, при этом шток одного из цилиндров соединен с механизмом отсчета рабочей жидкости.

Технический результат достигается тем, что система последовательно соединенных цилиндров позволяет увеличить объем цилиндров, что обеспечивает увлечение объема компенсации рабочей жидкости до  $6370 \text{ см}^3$ , а также повышение давления в системе до номинального значения диагностируемого гидропривода - не менее 22,5 МПа, а механизм отсчета утечек позволяет произвести точный расчет ресурса диагностируемого гидропривода. Недостатком данного стенда является сложность и повышенная погрешность из-за наличия последовательно соединенных гидроцилиндров, а также невозможность проведения диагностирования и регулировки клапанной коробки гидромотора.

На ремонтных предприятиях для диагностирования и обкатки гидростатической трансмиссии используется установка КИ-5540 с двумя спаренными электротормозными стендами [4], каждый весом 2800 кг и требующих для размещения площадь более  $30 \text{ м}^2$ .

Хотя установка позволяет диагностировать и обкатывать отремонтированные агрегаты и определить их техническое состояние после ремонта на соответствие техническим условиям, однако габариты, вес и стоимость установки требуют изыскания других способов и средств для диагностирования и обкатки агрегатов объемного гидропривода.

В УО БГАТУ на кафедре ЭМТП ведутся исследования и разработан экспериментальный образец устройства [4, 5] (рисунок), позволяющего в условиях хозяйств и предприятий агросервиса проводить объективное безразборное диагностирование аксиально-плунжерных насосов и моторов и при необходимости производить их послеремонтную обкатку.



Рисунок — Обкаточно-диагностическое устройство

Работа устройства основана на создании нагрузки на валу гидронасоса и гидромотора дросселированием потока жидкости через отверстие постоянного сечения и измерении давления в системе и частоты вращения вала гидромотора.

#### Заключение

Существующие методы и средства не позволяют в условиях эксплуатации определить потребность в ремонте гидравлических агрегатов гидростатической трансмиссии. Имеющиеся диагностические устройства на ремонтных заводах громоздки, металлоемки и дорогостоящие. Принципиально новым следует признать метод оценки технического состояния гидроагрегатов с использованием для загрузки гидросистемы дросселирование потока рабочей жидкости дополнительным насосом с дросселем постоянного сечения.

#### Литература

1. Диагностирование тракторов: Учеб. пособие / В.И. Присс, В.К. Марочкин, Н.И. Бохан и другие.; Под ред. В.И. Присса. – Мн.: Ураджай, 1993. – 240 с.: ил. – (Учебные пособия для с.-х. вузов). с. 209-227.
2. Стенд для проверки гидравлической плотности гидроагрегатов: а. с. 1721457А1 SU МПК7 G 01М 3/28 / В.Ф. Горев; – № 1012062; заявл. 09.11.88; опубл. 23.03.92 // Бюл. №11. – 1992.
3. Стенд для диагностирования гидроприводов: пат. 1917 Респ. Беларусь МПК7 G 01М 3/28 / В.Ф. Горев, В.А. Попов; заявитель Городокский государственный профессионально-технический колледж сельскохозяйственного производства. – № u20040349; заявл. 15.07.04; опубл. 30.06.05.
4. Тимошенко, В.Я. Диагностирование гидростатических трансмиссий / В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Е.С. Некрашевич // Агронарама. – 2009. – № 1.– С. 44–48.

5. Патент на полезную модель №2340 ВУ МПК G 01M 15/00. Стенд для диагностирования гидростатических трансмиссий/ БГАТУ, Тимошенко В.Я., Крот Д.А., Ярош В.В. и др. – Заявл. 19.04.2005.

УДК 621.664

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШЕСТЕРЕННОГО НАСОСА ТРАКТОРА

Жданко Д.А., к.т.н, Новиков А.В., к.т. н., доцент, Шимчук В.С., студент  
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

### Введение

На рисунке 1 представлена классификация известных способов повышения подачи шестеренного насоса, составленная на основании анализа литературных источников [1-5]. Анализ известных методов расчета подачи шестеренных насосов [1-5], показывает, что ее увеличения можно добиться: увеличением ширины венца шестерни –  $b$ ; увеличением числа зубьев шестерен –  $z$ ; увеличением модуля зацепления –  $m$ ; увеличением коэффициента профилевого смещения –  $\xi$ ; увеличением коэффициента высоты головки зуба шестерни –  $\chi$ .

### Основная часть

В работах [2, 5] представлены результаты теоретическо-эмпирического исследования зависимости габаритных размеров шестеренного насоса от параметров зубчатого зацепления его шестерен. При этом установлено, что для уменьшения габаритов насоса число зубьев шестерен необходимо выбрать как можно меньшим.



Рисунок 1 — Классификация известных способов повышения подачи шестеренного насоса