

$$\eta_o = \frac{Q_m - q_{ym}}{Q_m} = 1 - \frac{q_{ym}}{Q_m}, \quad (1)$$

где Q_T – теоретическая производительность насоса;

$$Q_T = V_o \cdot n, \quad (2)$$

V_o – рабочий объем насоса (мотора); n – частота вращения вала насоса (мотора); q_{yt} – утечки жидкости в насосе (моторе).

Запишем формулу 1 с учетом выражения 2

$$\eta_o = \frac{Q_T - q_{yt}}{Q_T} = 1 - \frac{q_{yt}}{V_o n}. \quad (3)$$

Утечки рабочей жидкости через зазоры между гильзой и плунжерами насоса (мотора) при диагностировании равны расходу жидкости, вытесняемой поршнем гидроцилиндра

$$q_{yt} = \frac{\pi(D_u^2 - d^2) \cdot l}{4t},$$

где D_u – диаметр штоковой полости цилиндра, м; d – диаметр штока, м; l – перемещение штока гидроцилиндра за время падения давления, м; t – время перемещения штока, с;

Как видно из зависимости 3 по утечкам рабочей жидкости можно оценить техническое состояние диагностируемых агрегатов.

Литература

1. Анилович, В.Я. Надёжность машин в задачах и примерах // В.Я. Анилович [и др.]. – Харьков: Око, 2001. – 320 с.
2. Александровская, Л. Н. Современные методы обеспечения безотказности сложных технических систем // Л.Н. Александровская [и др.]. – М.: Логос, 2001. – 206 с.
3. Установка для проверки герметичности аксиально-плунжерного гидронасоса или гидромотора: пат. 22573 Респ. Беларусь МПК7 G 01M 3/28 / Д.А Жданко, В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, Д.И. Сушко, В.В. Никончук; заявитель БГАТУ. – № а20170438; заявл. 2017.11.23; опубл. 30.06.19 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2019.
4. Тимошенко, В.Я. Диагностирование гидростатических трансмиссий / В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Е.С. Некрашевич // Агропанорама. – 2009. – № 1. – С. 44–48.
5. Столяров, А.В. Повышение долговечности аксиально-поршневого гидронасоса с наклонным блоком восстановлением и упрочнением изношенных поверхностей деталей: автореф. дис. канд. техн. наук. Саранск, МГУ им. Н.П. Огарева, 2009. – 18 с.

УДК 621.43.001.4

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АКСИАЛЬНО-ПЛУНЖЕРНЫХ НАСОСОВ ГИДРОСТАТИЧЕСКИХ ТРАНСМИССИЙ

Жданко Д.А., к.т.н. доцент, Тимошенко В.Я., к.т.н. доцент,

Сушко Д.И., Захарова В.С.

БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Наиболее уязвимы в гидростатической трансмиссии аксиально-плунжерные насосы, имеющие прецизионные детали и составляющие около 90% её стоимости [1].

По данным Минсельхозпрода РБ во время уборочной кампании 2018 года из-за неисправности гидростатической трансмиссии простояло 21,9% зерноуборочных комбайнов.

На сегодняшний день ни сельскохозяйственные предприятия, ни предприятия агротехсервиса не имеют диагностического оборудования с помощью которого можно было бы оценить состояние аксиально-поршневых регулируемых насосов. В результате при выходе из

стройка гидростатической трансмиссии, т.е. остановки самоходной машины, не представляется возможным определить, какой из двух агрегатов неисправен – насос или мотор. В результате в ремонт на специализированное ремонтное предприятие хозяйства вынуждены отправлять оба агрегата.

В БГАТУ сотрудниками кафедры ЭМТП разработано диагностическое устройство [1-3], позволяющие в условиях хозяйств и предприятий агросервиса проводить объективное безразборное диагностирование аксиально-плунжерных насосов и при необходимости производить их послеремонтную обкатку.

Нагрузочный дроссель постоянного сечения может быть использован также при техническом диагностировании гидроприводов и гидропередат сельскохозяйственной техники, строительных и дорожных машин в условиях производства, ремонта или в условиях эксплуатации.

Нагрузочный дроссель постоянного сечения (рисунок 1) содержит корпус 1 со сквозным каналом, с одной стороны которого нарезана резьба до центра корпуса, заканчивающаяся упорным буртиком, сменный дроссель постоянного сечения 2, уплотнительный элемент 3, а также по обе стороны вставки имеются отверстия 4 с резьбой, соединенные с основным каналом, для ввинчивания датчиков 10 давления и датчиков 11 температуры рабочей жидкости и отверстия 5 с резьбой для присоединения рукавов высокого давления. Для удобства завинчивания нагрузочного дросселя на нем имеются два симметрично-расположенных сверления 6 малого диаметра под специальный инструмент.

Диаметр отверстия сменной цилиндрической вставки определяется по параметрам диагностируемого гидропривода по зависимости (1).

$$d_{omm} = 2 \cdot \frac{\sqrt{V_{o.n} n_n \eta_o}}{\sqrt{\pi \mu \sqrt{\frac{2}{\rho}} (p_{ном} - p_1)}}, \quad (1)$$

где $V_{o.n}$ – рабочий объем насоса, м³; n_n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя, с⁻¹; η_o – объемный КПД насоса; μ – коэффициент расхода; ρ – плотность жидкости, кг/м³; $p_{ном}$ – номинальное давление насоса, Па; p_1 – давление на входе в насос (после дросселя), Па.

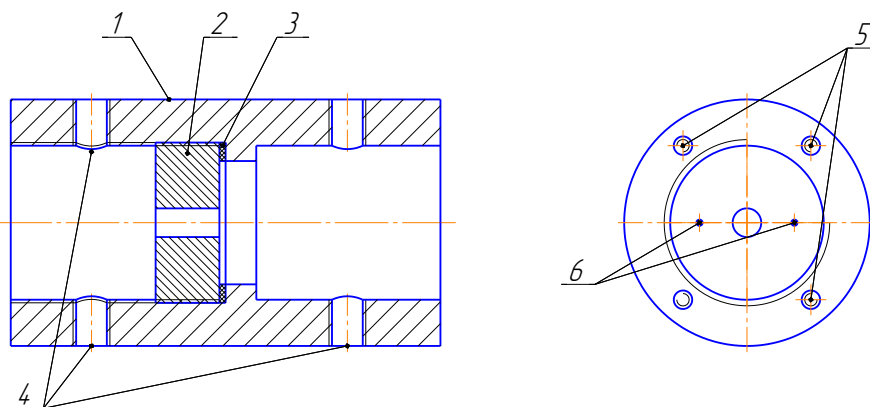


Рисунок 1 –Нагрузочный дроссель постоянного сечения (общий вид):

1 – корпус; 2 – сменный дроссель постоянного сечения; 3 – уплотнительный элемент; 4 – отверстия с резьбой для ввинчивания датчиков давления и датчиков температуры рабочей жидкости; 5 – отверстия с резьбой для присоединения рукавов высокого давления; 6 –сверления под специальный инструмент

Нагрузочный дроссель постоянного сечения работает следующим образом (рисунки 1 и 2). По параметрам диагностируемого насоса 9 определяется диаметр отверстия нагрузочного дросселя 2 по приведенной выше зависимости. С помощью специального инструмента сменный дроссель постоянного сечения 2, посредством симметрично-расположенных сверлений 6 малого диаметра, вворачивается в корпус 1 до упора в буртик и уплотнительный элемент 3. К корпусу устройства присоединяются рукава высокого давления с помощью прижимных шайб и болтов,

ввинчиваемых в резьбовые отверстия 5, расположенные с торцевых сторон корпуса 1. Включается привод диагностируемого насоса (например, двигатель внутреннего сгорания 7), включается полная подача жидкости (если насос с регулируемой подачей) и по показаниям датчиков 10 давления и датчиков 11 температуры, вставленных в корпус 1 через резьбовые отверстия 4, и датчика 8 частоты вращения вала насоса 9 (двигателя внутреннего сгорания 7), соединенных с блоком 12 обработки данных, выводится информация диагностирования на внешний дисплей 13, компьютер или смартфон об объемном коэффициенте полезного действия насоса, рассчитанного по зависимости 2.

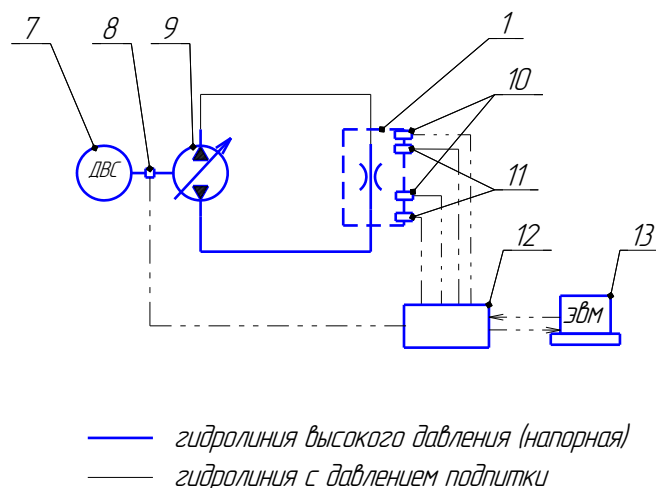


Рисунок 2 – Схема подключения и работы нагрузочного дросселя постоянного сечения

1 – нагрузочный дроссель постоянного сечения; 7 – двигатель внутреннего сгорания; 8, 10 и 11 датчики давления, температуры и частоты вращения; 9 – диагностируемый гидронасос; 12 – блок обработки данных; 13 – компьютер

$$\eta_o = \frac{\mu \pi d^2}{4 \cdot V_{o,n} n_n} \sqrt{\frac{2 p_n (1 + \beta_T (T - T_1))}{\rho_1}} \quad (2)$$

где ρ_1 – плотность жидкости при температуре T_1 , кг/м³; β_T – коэффициент объемного расширения. Для минеральных масел $\beta_T = 800 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$; T – температура жидкости в момент снятия показаний, К; T_1 – температура жидкости, при которой определялась плотность ρ_1 , К. Для минеральных масел $T_1 = 293 \text{K}$.

Если объемный КПД находится в интервале от 0,75 до 0,96, насос – исправен.

Литература

1. Тимошенко, В.Я. Диагностирование гидростатических трансмиссий / В.Я. Тимошенко, А.В. Новиков, Д.А. Жданко, Е.С. Некрашевич // Агропанорама. – 2009. – № 1. – С. 44–48.
2. 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.
3. Жданко, Д.А. Диагностирование агрегатов гидростатических трансмиссии/ Д.А. Жданко, В.Я. Тимошенко, Д.И. Сушко // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: материалы Международной научно-практической конференции на 25-й Международной специализированной выставке «Белагро-2015», Минск, 4 июня 2015 г./ М-во с.х. и прод. Респ. Беларусь, РО «Белагросервис», УО «Белорус. гос. аграр. техн. ун-т»; редкол.: Н.А. Лабушев [и др.]. – Минск : Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси, 2015. – С. 179-184.