

## **Универсальный стенд и методы диагностики элементов гидросистем машин коммунального назначения**

**И.К. Гугуев, В.А. Першин**

ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса», г. Шахты, Россия

Испытание элементов гидросистем машин коммунального назначения (МКН), в силу мобильного характера их работы и высоких требований к их технической готовности предлагается выполнять с использованием несложного универсального стенда (рис. 1) и сочетания таких методов, как термодинамический метод [1] и метод подобия функционирования технических систем [2].

Универсальный стенд состоит из бака 1, датчиков давления 2, диагностируемого насоса 3, электродвигателя привода диагностируемого насоса 4, тахогенератора 5, виброметра 6, датчиков температуры 7, насоса стенда 8, электродвигателя привода насоса стенда 9, обратных клапанов 10, предохранительного клапана 11, масляного фильтра 12, регулятора расхода 13, гидротестера 14, гидрораспределителей 15 и 16, гидроцилиндров 17.

В процессе выполнения испытательных работ параметры диагностируемого насоса 3 можно сравнивать с параметрами насоса стенда 8 (аналога насоса 3) и делать заключение о его техническом состоянии, а в две параллельные гидролинии стенда включать различные элементы гидросистем машин коммунального назначения (гидроцилиндры, гидромоторы, клапаны предохранительные, обратные, редуцирующие и др., гидрораспределители, регуляторы расхода и т.д.).

Термодинамический метод исследования позволяет проводить экспресс-диагностику гидросистем МКН непосредственно в процессе работы машин с использованием широко доступных в настоящее время переносных пирометров, например фирмы Fluke. Второй метод позволяет выполнять поиск неисправностей гидросистем МКН на стенде без разборки элементов в

стационарных условиях, а, в сочетании с термодинамическим методом, без их демонтажа с машины.

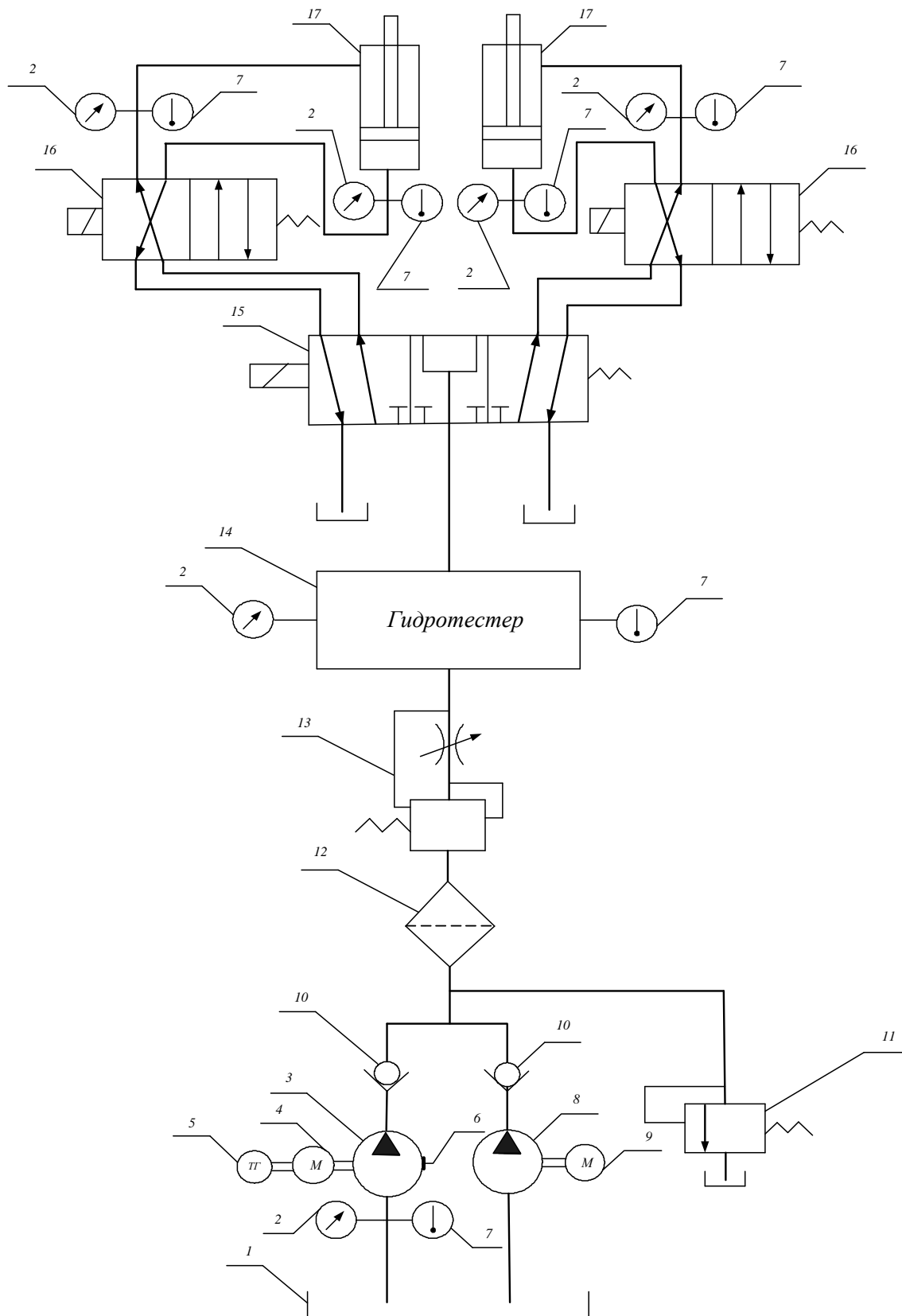


Рис. 1– Принципиальная схема стенда для диагностики элементов гидросистем машин коммунального назначения

В качестве примера рассмотрен а методика диагностики насосов, которая заключается в использовании метода подобия функционирования технических систем. В основу диагностики насосов гидросистем машин коммунального назначения положены частные и обобщенные критерии и индикаторы подобия функционирования элементов гидросистем [3], на основе которых формируются целевые обобщенные критериальные выражения по интересующему диагноста параметру и обобщённые индикаторы подобия функционирования исследуемых объектов.

В процессе диагностики были использованы обобщённые критериальные выражения по вязкости масла  $\mu$ :

$$\mu = \frac{Q_H P_H \pi_\mu}{n \pi_Q}, \quad (1)$$

и соответствующий обобщённый индикатор подобия:

$$C_\mu = \frac{C_{Q_H} \cdot C_{P_H}}{C_n}, \quad (2)$$

где:  $Q_H$  – подача насоса;

$P_H$  – давление нагнетания;

$\pi_\mu$  – критерий вязкости масла;

$n$  – частота вращения вала насоса»

$\pi_Q$  – критерий подачи насоса;

$C_{Q_H}$  – масштаб изменения подачи при сравнении испытываемого насоса и его аналога;

$C_{P_H}$  – масштаб изменения величины потерь давления;

$C_n$  – масштаб изменения частоты вращения вала насоса.

По выражению (1) определяют расчётом действительное значение вязкости масла  $\mu$  при измеренных гидротестером  $Q$  и  $P$  и соответствующему им значению  $n$  вала насоса.

При несоответствии действительного (рассчитанного) значения  $\mu$  её заданному значению  $[\mu]$ , т.е.  $\mu \neq [\mu]$ , принимаются инженерные решения о

возможности замены масла или о регулировке давления или расхода в системе гидронасоса.

Эти же выражения (1) и (2) могут быть использованы для определения величины регулировки давления или уменьшения расхода  $Q_H$  вследствие наличия утечек.

Предложенный стенд позволяет выполнять оценку к.п.д. насосов по термодинамическому методу в соответствии со схемой (рис. 2) и зависимостью (3):

$$\eta = \frac{\Delta T_a + \Delta T_d}{\Delta T}, \quad (3)$$

где:  $\Delta T_a$  - изменение температуры жидкости на насосе;

$\Delta T_d$  - изменение температуры жидкости на дросселе;

$\Delta T$  – суммарное изменение температуры жидкости на насосе и дросселе.

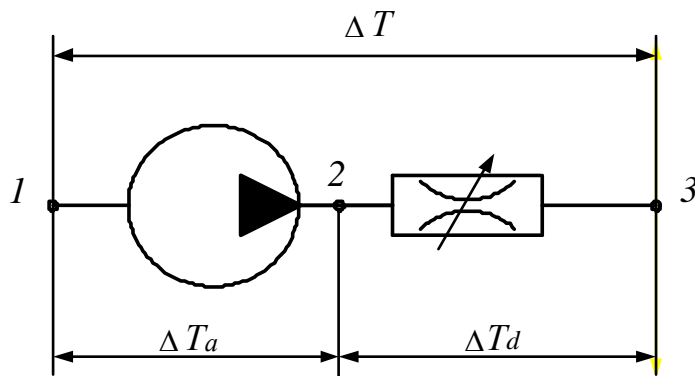


Рис.2 – Схема измерения параметров насоса

После расчёта значения  $\eta$  его сравнивают с нормативным значением и делают вывод о его техническом состоянии и пригодности к дальнейшей эксплуатации.

По аналогии приведённой методики проводятся испытания других элементов гидросистем МКН.

На стенде также можно определять методом подобия функционирования технических систем структурные параметры (жёсткость пружин, зазоры в

сопряжениях и т.д.) и функциональные параметры, характеризующие работоспособность элементов (величину утечек или к.п.д., давление срабатывания, статические характеристики и т.д.). С этой целью используются критерии подобия функционирования элементов гидросистем, в частности насосов [1]:

$$\pi_1 = \frac{\nu F}{QPZ}; \quad \pi_2 = \frac{n\Delta r^{0,2}}{a^{0,4}}; \quad \pi_3 = \frac{Ma^{0,2}}{Q^{0,4}}; \quad \pi_4 = \frac{F_{np}}{PZ^2}; \quad \pi_5 = \frac{\nu H}{Q}, \quad (4)$$

где:  $\pi_1 \dots \pi_5$  - критерии подобия;  $\nu$  - коэффициент кинематической вязкости;  $F$  – усилие прижатия пластин к поверхности статора;  $Q$  - подача насоса;  $P$  - давление нагнетания;  $Z$  - зазор между статором и ротором (по малой оси эллипса);  $n$  - частота вращения вала насоса;  $r$  - условная величина изменения радиуса ротора вследствие неровностей, рисунок на статоре;  $a$  - виброускорение в зонах износа статора;  $M$  - средний шаг волнистости участков поверхности статора в местах его износа (в зонах начала и окончания процесса всасывания масла);  $F_{np}$  - составляющая усилия прижатия пластин к поверхности статора, зависящая от давления нагнетания;  $H$  – высота неровностей статора.

Анализ выражений (4) подтверждает предположение о возможности диагностики гидравлических элементов без их разборки (в данном примере насосов) с помощью критериев подобия ( $\pi_1 = \text{const}$ ).

Действительно, в соответствии с критерием  $\pi_1$  приходим к заключению, что при постоянных значениях вязкости масла  $\nu$  и усилия прижатия пластин  $F$  возрастание зазора приводит к снижению давления вследствие увеличения утечек.

Согласно пятому критерию изменение расхода  $Q$  при постоянной вязкости масла зависит от высоты волнистости участков поверхности статора  $H$ , значения которой теоретически возможно определить из третьего критерия, измерив предварительно виброускорение.

Требование постоянства значения третьего критерия выполняется, если величина утечек, следовательно, расхода, изменяется пропорционально

величине виброускорений (высоте неровностей поверхности статора). Таким образом, использование термодинамического метода и метода подобия функционирования технических систем в сочетании с предложенным стендом при диагностике технического состояния элементов гидросистем машин коммунального назначения даёт наглядное представление об их эффективности.

### **Литература:**

1. Шолом А.М. Разработка и исследование термодинамического метода диагностирования объемных гидромашин с целью управления их качеством: дис...канд. техн. наук. М., 1981.- 186 с.

2. Зорин В.А. Основы работоспособности технических систем: учеб. для вузов / В.А. Зорин. М.:ООО «Магистр-Пресс», 2005. 536 с.

3. Першин В.А. Методология подобия функционирования технических систем [Текст]: Монография / В.А. Першин.- Новочеркасск: НГТУ, 2004. - 226с.

4. Гугуев И.К. Подобие функционирования гидросистем автотранспортных средств / В.А. Першин //Физико-механические вопросы движения транспортных средств, безопасности их конструкции и эксплуатации на автомобильных дорогах: глава монографии, ФГБОУ ВПО «Южно-Российский гос. ун-т экономики и сервиса. Шахты, 2009 г. – 204 с.: ил.