

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания включают три лабораторные работы, посвященные определению характеристик насосов, гидромоторов и параметров гидравлического привода технологического оборудования лесных машин.

Каждая работа выполняется бригадой в составе четырех – шести студентов. Рабочее место подготавливается заведующим лабораторией и учебным мастером. При проведении занятий необходимо соблюдать правила техники безопасности, изложенные в указаниях. Каждое занятие рассчитано на 2 часа. Результаты оформляются в виде отчета по установленной форме.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Испытание шестеренных насосов на стенде КИ – 4815М-03

1. Цель работы

Определение работоспособности шестеренных насосов НШ-50, определение объемной и минутной подачи на гидравлическом стенде КИ – 4815М-03.

2. Задание

- 2.1. *Ознакомиться с конструкцией и гидравлической схемой стенда.*
- 2.2. *Подготовить стенд к работе.*
- 2.3. *Выполнить измерение параметров двух насосов.*
- 2.4. *Составить и проанализировать характеристики насосов.*

3. Оборудование рабочего места

Стенд КИ – 4815М-03, два шестеренных насоса, рабочий инструмент, журнал наблюдений.

4. Описание лабораторной установки

4.1. Описание стенда КИ – 4815М-03

Стенды КИ – 4815М-03 и КИ – 4815М предназначены для обкатки, регулирования, испытания и проверки в процессе эксплуатации и при ремонте агрегатов гидроприводов тракторов, комбайнов, экскаваторов, лесных и сельскохозяйственных машин. На стенде КИ – 4815М-03 можно испытывать насосы НШ10, НШ32, НШ46, НШ50; распределители типа Р76 и Р80; цилиндры Ц55, Ц75, Ц90, Ц100, Ц110, Ц125 и другие агрегаты гидросистем тракторов и лесопромышленного оборудования.

На стенде КИ – 4815М, кроме указанного, испытывают и регулируют насосы НШ67, НПА64 и НШ100 и распределители типа Р150.

Стенды конструктивно подобны и имеют одинаковые габариты. Они состоят из рамы, привода, гидросистемы и электрооборудования.

Привод стенда состоит из электродвигателя и клиноременной передачи. Электродвигатель установлен на чугунной плите, закрепленной в шарнирах на раме. Мощность электродвигателя – 22 кВт, число оборотов в минуту – 1500.

Гидросистема (рис. 1.1) состоит из расходного бака Б, гидроблока БГ с дросселем высокого давления и предохранительным клапаном, центробежного фильтра Ф1 (центрифуга двигателя Д-50), сетчатого фильтра Ф2 охлаждающего устройства АТ (бак со встроенным радиатором), терморегулятора РТ (РТ-15), манометров МН1 и МН2 высокого (МТП-160) и низкого (МОШ-100) давления.

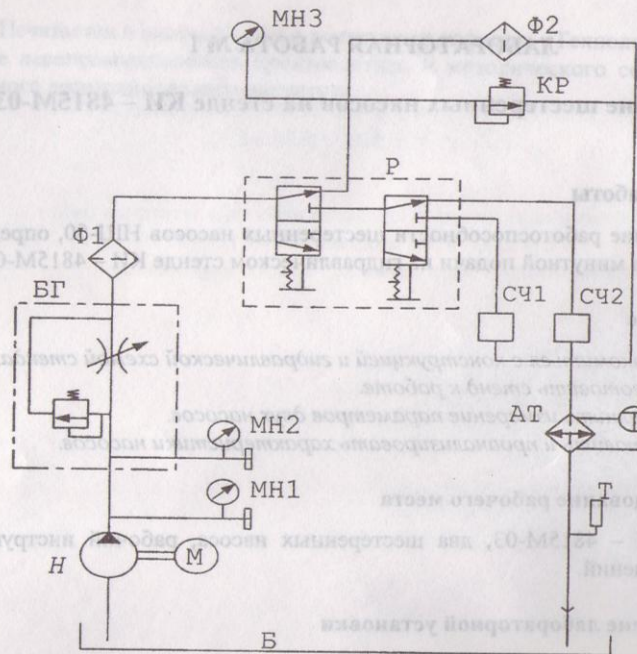


Рис. 1.1. Схема гидросистемы стенда КИ-4815-МЗ для испытания гидроагрегатов:

АТ – устройство охлаждающее; Б – бак; БГ – блок гидравлический; КР – клапан редукционный центробежного фильтра; МН1 – манометр МОШ 1-100 кл. 2,5, 16 кгс/см²; МН2 – манометр МТП-160 кл. 1,5, 250 кгс/см²; Р – кран; РТ – регулятор температуры РТ-15; СЧ1 – счетчик жидкости ШЖУ-25М16; СЧ2 – счетчик жидкости ШЖУ-40С-5; Т – термометр ТПН2-Б; Ф1 – фильтр; Ф2 – фильтр центробежный, Н – испытуемый насос

Расположение приборов и элементов управления стендом приведено на рис. 1.2.

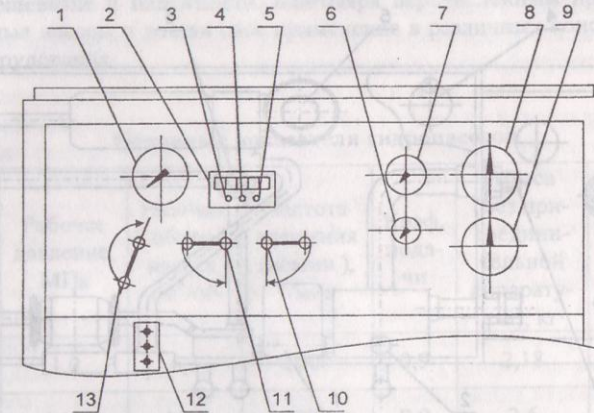


Рис. 1.2. Расположение приборов и элементов управления:

1 – манометр давления нагружения; 2 – электронный счетчик отборов ЭСО-5; 3 – тумблер включения сети питания счетчика ЭСО-5; 4 – тумблер включения-выключения счета счетчиков ЭСО-5; 5 – кнопка сброса показаний счетчика ЭСО-5; 6 – термометр рабочей жидкости; 7 – манометр режима центробежного фильтра; 8 – счетчик подачи жидкости (от 40 до 120 л/мин); 9 – счетчик подачи жидкости (от 7 до 40 л/мин); 10 – рукоятка включения тонкой очистки и счетчика жидкости; 11 – рукоятка переключения счетчиков жидкости; 12 – кнопочная станция электропривода; 13 – рукоятка дросселя нагружения

При техническом обслуживании стенда (рис. 1.3.) выполняются следующие операции:

- смазывают в подшипниковых узлах опоры шкива (с периодичностью через каждые 500 ч работы) через пресс-масленки солидолом Ж ГОСТ 1033-79;
- рабочую жидкость меняют через 200...250 ч; расходный бак очищают от осадков и промывают дизельным топливом; сетчатый фильтр промывают дизельным топливом через 70...80 ч;
- предохранительный клапан гидравлического блока и редукционный клапан сливного золотника проверяют на срабатывание не реже одного раза в месяц и, при необходимости, регулируют давление.

Предохранительный клапан должен пропускать поток масла при 17,5 МПа, а редукционный – 0,6...0,7 МПа. Температура рабочей жидкости – 45...50°C.

Ежесменно перед началом работы контролируют вращение ротора центрифуги при установившемся температурном режиме жидкости (50°C). При отсутствии шума после остановки электродвигателя снимают ротор с оси и прочищают отверстия форсунок и сетку.

При необходимости ремни натягивают с помощью натяжного болта, расположенного с правой стороны стэнда. Стрела прогиба 9 ± 2 мм при усилии оттягивания 35...50Н.

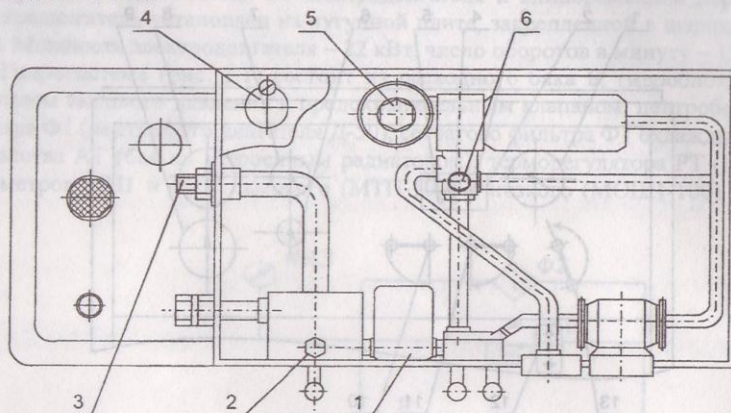


Рис. 1.3. Техническое обслуживание:

1 – фильтр сетчатый грубой очистки; 2 – клапан предохранительный гидроблока; 3 – основание приспособления для регулировки гильзы золотника; 4 – датчик с указателем настройки температуры терморегулятора РТ – 15; 5 – фильтр центробежный тонкой очистки; 6 – клапан редукционный фильтра 5

4.2. Описание шестеренных насосов

В гидроприводах машин применяются различные шестеренные насосы, различающиеся по устройству, развиваемому давлению, производительности, габаритам и др. факторам. Основные марки шестеренных насосов представлены в табл.1.1.

Начальные буквы марки означают название и тип насоса, цифра соответствует теоретической подаче нового насоса в см^3 за один оборот шестерен. В марках насосов последних выпусков введены цифры 2 или 3 (через дефис), что означает: насос второго или третьего исполнения с рабочим давлением 14 или 16 МПа. Буквы Е, У и К после цифры – модель гидронасоса. Левое направление вращения ведущей шестерни указывается на этикетке насоса буквой Л, правое не указывается.

Гидронасосы и гидромоторы являются основными ремонтируемыми узлами гидрооборудования различных машин, лимитирующими надежность и ресурс гидравлических систем.

Требования, предъявляемые к насосам и двигателям гидравлических систем, сводятся, в общем, к обеспечению заданных давления и производительности при минимальном весе и габаритах, максимального КПД, минимальной трудоемкости изготовления, простоты обслуживания, надежности работы в эксплуатационных условиях, большого ресурса. Этим требованиям вполне

удовлетворяют шестеренные насосы, имеющие бесспорное преимущество по сравнению с другими типами насосов по своей простоте, весовым характеристикам, дешевизне и надежности. Благодаря перечисленным преимуществам шестеренные насосы и нашли свое применение в различных конструкциях машин и оборудования.

Таблица 1.1
Основные показатели гидронасосов

Гидро-насос	Рабочее давление, МПа	Рабочий объем насоса, $\text{см}^3/\text{об}$	Частота вращения (номин.), 1/мин	Коеф. подачи	Масса (без присоединительной аппаратуры), кг	Пределы изменения рабочей частоты вращения вала привода, 1/мин
НШ6Т	1,0	6,3	2000	0,9	2,18	960 2500
НШ10Е2	14,0	10,0	1920	0,9	2,6	960 3000
НШ32У	10,0	31,7	1500	0,9	5,3	960 2400
НШ46У	10,0	45,7	1500	0,9	7,0	1100 1750
НШ32-2	14,0	31,5	1920	0,92	6,6	960 2400
НШ50У	14,0	49,1	1920	0,92	6,3	960 2400
НШ50-3	16,0	48,8	1920	0,92	7,47	960 2400
НШ5-2	14,0	50,8	1920	0,92	7,40	960 2400
НШ67-2	14,0	69,0	1500	0,92	17,5	960 2000
НШ100-2	14,0	98,8	1500	0,92	17,7	960 2000
НМШ-25	1,6	25,0	1500	0,85	5,26	1200 1900
НМШ-50	1,6	50,0	1500	0,85	6,12	1200 1900

Типичные шестеренные насосы (НШ10-Е2, НШ50У и др.) состоят из корпуса, качающего узла, крышки и уплотнений. К качающему узлу относятся ведущая и ведомая шестерни, четыре опорных втулки (или две втулки, изготовленные в виде восьмерки, что позволяет предотвратить утечку рабочей жидко-

сти по стыковым поверхностям и повысить надежность и жесткость качающего узла). В узле крышки имеется каркасная манжета, уплотняющая приводной конец ведущей шестерни, опорное и стопорное кольца. К корпусу крышку крепят болтами с пружинными шайбами.

Автоматическая компенсация зазоров по торцам шестерен происходит за счет поджатия рабочей жидкостью подвижных втулок к торцам шестерен. Узел уплотнения состоит из манжеты и двух металлических колец, специального уплотнения и вкладыша. Резиновое уплотнение и вкладыш в углублении корпуса предотвращают утечки жидкости. Кольца манжеты препятствуют выдавливанию ее в зазор между хвостиками втулок и отверстиями в крышке.

Корпуса насосов НШ10-Е НШ50У изготавливают из алюминиевого сплава АЛ-9, подшипниковые втулки – из бронзы или алюминиевого сплава, шестерни – из стали 18ХГТ (их наружные поверхности цементированы).

Корпуса насосов типа НШ50-2 и НШ100 изготавливают из алюминиевого сплава АЛ-11. В корпусе размещена подшипниковая обойма, выполненная в виде полуцилиндра с четырьмя подшипниковыми гнездами, где вращаются ведущая и ведомая шестерни. Шестерни изготовлены из стали 18ХГТ, а их наружные поверхности также цементированы на глубину 0,1...0,13 мм и HRCэ 59...63.

5. Порядок проведения работы

5.1. Общие положения

Гидроагрегаты не могут иметь абсолютную герметичность, поэтому часть жидкости просачивается через зазоры и по дренажным сливным трубопроводам стекает в бак. Производительность насоса должна определяться с учетом объемных потерь:

$$Q_H = Q_p + Q_{ут} \quad (\text{л/мин}), \quad (1.1)$$

где Q_p – расход полезный на гидродвигатели, л/мин; $Q_{ут}$ – объемные потери, л/мин.

Потребная производительность насоса определяется так:

$$Q_H = \frac{q_H n_{об}^H n_H}{1000} \quad (\text{л/мин}), \quad (1.2)$$

где q_H – рабочий объем или удельная производительность насоса, см³/об; n_H – скорость вращения вала насоса, об/мин; $n_{об}^H$ – объемный КПД насоса.

Объемный КПД насоса зависит от количества жидкости, просочившейся через зазоры, от полноты заполнения камер насоса и количества воздуха, не растворенного в жидкости. Объемный КПД насоса определяется по формуле:

$$\eta_v^H = 1 - \frac{\Delta Q_H}{Q_{TH}}, \quad (1.3)$$

где ΔQ_H – разность между теоретическим (Q_{TH}) и фактическим (Q_H) расходом за один оборот или в единицу времени, л/мин.

С достаточной для практического использования точностью теоретическую подачу шестеренного насоса можно подсчитать по формуле:

$$Q_{TH} = 2 \cdot 10^{-6} \pi d_H^3 m v n_H \quad (\text{л/мин}), \quad (1.4)$$

где d_H – диаметр начальной окружности впадин шестерен, мм; m , v – модуль и ширина шестерен, мм.

Рабочее давление нагнетания насоса определяется при установившемся режиме работы гидродвигателя и складывается из потерь (ΔP_{mag}) в напорных магистралях гидропередачи и давления на входе в гидродвигатель:

$$P_{ном} = P_M + \Delta P_{mag} \quad (\text{кгс/см}^2), \quad (1.5)$$

где P_M – давление в напорной магистрали.

Мощность потребления для привода насоса определяется по формуле:

$$N_H = \frac{P_{ном} Q_H}{600 \eta^H} \quad (\text{кВт}), \quad (1.6)$$

где η^H – общий КПД насоса.

Общий КПД насоса определяется по формуле:

$$\eta^H = \eta_{об}^H \eta_M^H, \quad (1.7)$$

где η_M^H – механический КПД.

Характеристики насоса НШ32У-3 от давления приведены на рис. 1.4.

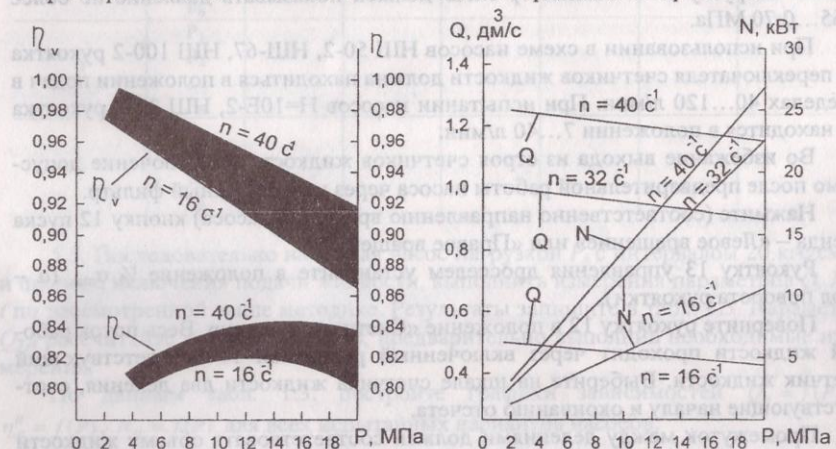


Рис. 1.4. Зависимость подачи Q , мощности N , объемного КПД η_v и общего КПД η насоса НШ32У-3 от давления P при различной частоте вращения n в интервале температур рабочей жидкости $t = 303 - 353 \text{ K}$ ($30...80^\circ\text{C}$)

5.2. Производится установка на стенд первого из испытываемых насосов Н (см. рис. 1.1). Установленный на стенде насос Н забирает рабочую жидкость из гидробака Б по всасывающему проводу насоса. Из нагнетательной полости насоса рабочая жидкость поступает на вход в блок гидравлический БГ с дросселем ручного управления и предохранительным клапаном, ограничивающим максимальное давление. Манометр МН2 показывает давление, соответствующее степени открытия дросселя.

Рабочая жидкость проходит очистку в фильтре Ф1. Краном Р1, имеющим два переключателя, рабочая жидкость может быть направлена либо на тонкую очистку центробежным фильтром Ф2, либо на замер через один из счетчиков жидкости СЧ1, СЧ2. Редукционный клапан КР обеспечивает режим работы центробежного фильтра, контролируемый по манометру МН1. Рабочая жидкость в охлаждающем устройстве АТ охлаждается до температуры РТ. Температура рабочей жидкости измеряется термометром Т.

5.3. Выполните монтаж схемы гидропривода, изображенной на рис. 1.1.

5.4. Проверьте положение рукояток управления (см. рис. 1.2).

Электропривод 12 управления включается в направлении «Правое вращение». Рукоятка 13 управления дросселя должна находиться в положении «Открыто», рукоятка счетчика – в положении «Выключен». Вся рабочая жидкость будет проходить через центробежный фильтр. На устройстве нагружения установите нагрузку $R=0$. Манометр МН3 должен показывать давление не более 0,65...0,70 МПа.

При использовании в схеме насосов НШ 50-2, НШ-67, НШ 100-2 рукоятка 11 переключателя счетчиков жидкости должна находиться в положении подачи в пределах 40...120 л/мин. При испытании насосов Н=10Е-2, НШ 32-2 рукоятка 11 находится в положении 7...40 л/мин.

Во избежание выхода из строя счетчиков жидкости их включение допустимо после предварительной работы насоса через центробежный фильтр.

Нажмите (соответственно направлению вращения насоса) кнопку 12 пуска стенда – «Левое вращение» или «Правое вращение».

Рукоятку 13 управления дросселем установите в положение $\frac{1}{4} \alpha_{\max}$ (α – угол поворота рукоятки).

Поверните рукоятку 12 в положение «Счетчик включен». Весь поток рабочей жидкости проходит через включенный рукояткой 11 соответствующий счетчик жидкости. Выберите на шкале счетчика жидкости два деления, соответствующие началу и окончанию отсчета.

Промежуток между делениями должен соответствовать объему жидкости согласно табл. 1.2 в зависимости от марки насоса. В соответствии с выбранными отметками шкалы счетчика жидкости с помощью секундомера выполните замер времени прохождения стрелки между крайними делениями. Пользуясь табл. 1.2, определите расход жидкости по формуле (1.8):

$$Q_d = \frac{Q_d}{t_i}, \quad (1.8)$$

где Q_d – расчетный объем жидкости, л (см. табл. 1.1); t_i – время прохода стрелки между крайними делениями, мин.

Измерения проводите три раза. Результаты занесите в таблицу 1.3. Одновременно в таблицу занесите показания манометров МН2 (P_i).

Таблица 1.2

Таблица объемов отсчета

Марка насоса	Объем отсчета, л
НШ 10 Е-2	30
НШ 32-2, НШ 32У-2	90
НШ 50-2, НШ 50У-2	130
НШ 67	180
НШ 100-2	250

Таблица 1.3

Результаты измерений

№ насоса	P_n , кг/см ²	Q_d , л	t , сек	Q_n , л/мин	Q_{ut} , л/мин	$\eta_{\text{об}}$	N_n
1	P_1						
	P_2						
	...						
	P_6						
2	P_1						
	P_2						
	...						
	P_6						
3	P_1						
	P_2						
	...						
	P_6						

5.5. Последовательно нагружая насос нагрузкой P_i с интервалом 20 кгс/см² и проводя включения подачи жидкости, выполнить измерения параметров Q , P , t по рассмотренной выше методике. Результаты запишите в табл. 1.3. Параметр Q_{TH} рассчитайте по формуле (1.4), предварительно выполнив необходимые измерения.

По данным табл. 1.3. постройте графики зависимостей $Q_n = f(P)$, $\eta_{\text{об}} = f(P)$, $N_n = f(P)$ для всех испытанных вариантов насосов.

6. Анализ результатов

6.1. Выполните анализ характеристик шестеренных насосов, сравните их параметры. Выберите насос с наибольшей производительностью.

6.2. Разберите насосы, замерьте износ деталей и предложите мероприятия по повышению производительности насосов.