

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РФ  
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ  
ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА

Кафедра тракторов и автомобилей

**ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ И  
ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ  
ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН  
И ОБОРУДОВАНИЯ**

**ГИДРАВЛИКА И  
ГИДРОПНЕВМОПРИВОД**

методические указания  
по выполнению лабораторных работ

*для студентов, обучающихся  
по направлению подготовки: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-  
технологических машин и комплексов  
профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство  
всех форм обучения*

КАРАВАЕВО  
Костромская ГСХА  
2019

УДК 62-82  
ББК 30.123  
Г 46

*Составитель:* к.т.н., доцент кафедры тракторов и автомобилей  
*И.Л. Соколов.*

*Рецензент:* д.т.н., профессор кафедры технические системы в  
агропромышленном комплексе *А.Н. Зинцов.*

*Рекомендовано к изданию методической комиссией факультета механизации в качестве методических указаний по выполнению лабораторных работ для студентов, обучающихся по направлению подготовки: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство всех форм обучения*

**Г46 Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования. Гидравлика и гидропневмопривод : методические указания по выполнению лабораторных работ / сост. И.Л. Соколов. – Караваево : Костромская ГСХА, 2019. — 24 с. : ил. ; 20 см. — 50 экз. — Текст : непосредственный.**

Издание содержит материал, помогающий студентам готовиться к занятиям, самостоятельно изучать темы дисциплины, принимать активное участие в учебных занятиях, готовиться к контрольным испытаниям.

Методические указания предназначены для студентов направления подготовки 23.03.03 "Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов", профиль: "Автомобили и автомобильное хозяйство" всех форм обучения.

УДК 62-82  
ББК 30.123

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	4
Лабораторная работа № 1 .....	5
Лабораторная работа № 2 .....	8
Лабораторная работа № 3 .....	11
Лабораторная работа № 4 .....	15
Лабораторная работа № 5 .....	20
Рекомендуемая литература.....	24

## ВВЕДЕНИЕ

В современных конструкциях тракторов и с.-х. машин широко применяются гидравлические исполнительные механизмы для привода рабочих органов, в системах управления, а также в качестве гидравлических трансмиссий. Использование активных рабочих органов на агрегируемых с тракторами машинах и орудиях способствует расширению функциональных возможностей с.-х. техники.

Преимущества гидропривода не всегда могут быть полностью реализованы в эксплуатации из-за отказов гидроагрегатов, вызванных различными причинами, в том числе нарушением правил эксплуатации и технического обслуживания из-за низкого уровня знаний обслуживающего персонала.

Лабораторно-практические занятия — важная составляющая часть учебного процесса. Они призваны закрепить и углубить теоретические знания студентов.

Студенты обязаны строго следовать требованиям задания на лабораторную работу, выполнить все предписания, заполнить отчет по данной работе.

Обработку полученных во время занятия данных и составление отчета студенты обязаны выполнить в лабораторной тетради. Письменный отчет должен содержать методические сведения, результаты измерений и необходимые выводы.

Важно понимать, что лабораторные занятия не только углубляют знания студентов, но играют и большую воспитательную роль: прививают уважение к труду, любовь к избранной профессии, укрепляют желание совершенствовать свое мастерство, воспитывают чувство коллективизма, словом участвуют в формировании личности будущего специалиста.

## Лабораторная работа № 1

### **Вакуумные и гидровакуумные усилители гидропривода тормозов**

**Цель работы:** Ознакомиться с устройством вакуумного и гидровакуумного усилителей гидравлического привода тормозов. Произвести сравнительные стендовые испытания.

#### **Содержание работы:**

1. Изучить конструкцию и работу вакуумного усилителя (ВУ) и гидровакуумного усилителя (ГВУ) привода тормозов.

2. Снять три характеристики зависимости давления тормозной жидкости в системе гидропривода от усилия на педали тормоза: без гидроусилителя, с вакуумным усилителем и гидровакуумным усилителем.

Построить графики зависимости усилия  $N$  от давления  $p$ .

**Оборудование:** учебная установка для испытания ВУ и ГВУ

#### ***Общие сведения***

Вакуумный и гидровакуумный усилители введены в систему гидравлического привода тормозов и служат для уменьшения усилия, прикладываемого к педали и увеличения давления тормозной жидкости в магистрали гидравлического привода. В работе усилители используют разрежение, образующееся при работе двигателя во впускной трубе (бензиновый ДВС) или вакуум, создаваемый специально установленным для этой цели вакуумным насосом (дизельный ДВС). Конструкция усилителя состоит из камеры разделенной эластичной резиновой диафрагмой связанной со штоком педали тормоза. Если в обеих полостях камеры одинаковое давление (одинаковый вакуум) то диафрагма со штоком ни куда не перемещается: усилитель не работает.

Если в одной полости будет атмосферное давление, а в другой вакуум, то диафрагма со штоком перемещается в сторону поршня главного тормозного цилиндра, дополнительно создавая на него силу давления, равного равнодействующей силе давления в полостях камеры усилителя.

В результате сумма усилий, создаваемых ногой водителя и равнодействующей сил давлений, создает на поршне главного цилиндра большое усилие, что приводит к увеличению давления тормозной жидкости, а если в этом нет необходимости, то к снижению усилия создаваемого водителем на педали тормоза.

Для того чтобы управлять работой вакуумного и гидровакуумного усилителей в конструкции имеются два клапана: вакуумный и атмосферный.

Вакуумный клапан установлен между полостями камеры усилителя (полостями постоянного и переменного вакуума). Управление клапанами, то есть работой вакуумного усилителя, механическое при нажатии и опускании педали тормоза. Работой гидровакуумного усилителя управляют клапаны, приводимые в действие поршнем от давления тормозной жидкости в магистрали.

При неработающем усилителе вакуумный клапан находится в открытом положении, атмосферный – закрыт в обоих типах усилителей. При торможении клапаны переключаются: вакуумный закрывается, разобщая полости, затем открывается атмосферный, соединяя полость с атмосферой, создавая перепад давления.

### ***Порядок выполнения***

1. На педаль тормоза кладем балласт весом 25Н и по манометру определяем давление жидкости в магистрали (данные заносим в таблицу), затем увеличиваем усилие на педали установкой второго груза весом 25Н замеряем при этом давление и т.д. через 25Н до 200Н после чего снимаем с педали все грузы.
2. Переводим кран управления вакуумом в положение ВУ, включаем вакуумный насос и после остановки стрелки вакуумметра проводим действия, записанные в п. 1.
3. Переключаем кран управления вакуумом в положение ГВУ и повторяем операции, записанные в п. 1. результаты записываем в таблицу.

## Опытные данные

Давление $p$ , МПа	Усилие $N$ , Н								
	0	25	50	75	100	125	150	175	200
Без усилителя									
С ВУ									
С ГВУ									

4. По полученным данным построить графики зависимости давления  $p$  от усилия на педали  $N$ .
5. Сделать вывод о работе усилителей.

**Контрольные вопросы**

1. Назначение вакуумного и гидровакуумного усилителей.
2. Что является рабочим телом в усилителе?
3. Для чего обратный клапан в вакуумной магистрали?
4. Какое управление у вакуумного усилителя?
5. Положение вакуумного клапана при работе усилителя?
6. Чем отличается вакуумный усилитель от гидровакуумного?
7. Что является рабочим телом в гидровакуумном усилителе?
8. Если атмосферный клапан открыт, в каком состоянии находится усилитель?
9. Где берется вакуум для питания вакуумного усилителя?
10. Почему если двигатель остановился усилитель остается работоспособным?

## Лабораторная работа № 2

### Гидрообъемное рулевое управление

**Цель работы:** Изучить устройство гидрообъемного рулевого управления, принцип его работы и назначение каждого узла, провести стендовые испытания.

**Содержание работы:** изучить конструкцию гидрообъемного рулевого управления. Провести стендовые испытания управления в двух вариантах: с включенным насосом гидрообъемного управления и выключенным насосом. Произвести сравнительный анализ.

**Оборудование:** Учебная установка для изучения и испытания гидрообъемного рулевого управления

#### *Общие сведения*

Гидрообъемное рулевое управление (ГОРУ) является принципиально иным механизмом по сравнению с механическим, в том числе и с гидроусилителем и представляет собой гидрообъемную передачу, в которой усилие от двигателя к машине передается посредством жидкости.

ГОРУ представляет собой управляемый гидрообъемный привод, в котором всю нагрузку, связанную с поворотом управляемых колес, берет на себя двигатель внутреннего сгорания, а водитель только управляет потоками жидкости, несущей энергию для совершения работы по повороту управляемых колес.

Гидрообъемное управление состоит: из приводимого ДВС гидравлического насоса небольшой производительности типа НШ-10, в котором механическая энергия превращается в энергию давления жидкости, т.е. потенциальную. Далее жидкость поступает в распределитель имеющий золотник с гидравлическим управлением. Потоки жидкости, поступающие от насоса-дозатора, приводимого в действие от рулевого колеса, руками водителя перемещают золотник в корпусе распределителя. Тем самым направляют поток в одном из 3-х направлений: на слив в бак при нейтральном положении золотника, выставяемого возвратными пружинами, в поршневую полость

цилиндра, при смещении золотника в одну сторону и в над поршневою – при смещении в другую.

При нейтральном положении золотника, кроме того, что жидкость, подаваемая насосом, идет вся на слив в бак, магистрали, идущие к гидравлическому цилиндру рулевого управления перекрыты, что исключает поворот колес какими-либо внешними силами. При смещении золотника одна магистраль цилиндра соединяется с насосом, а другая со сливом в зависимости от направления движения золотника. Это создает в полостях цилиндра перепад давлений, приводящий к перемещению поршня, а через шток цилиндра, сошку и цапфу к повороту управляемых колес.

Чтобы произошел поворот колес нужно золотник сместить из нейтрального положения и удерживать смещенным, это достигается подачей жидкости к торцу золотника насосом-дозатором, приводимым водителем. Пока водитель вращает колесо, управляемые колеса поворачиваются, как только перестает вращать – пружины, устанавливая золотник в нейтраль и управляемые колеса остаются в этом положении.

При неработающем ДВС, всю работу по повороту колес берет на себя насос-дозатор, т.е. водитель.

Для ограничения величины рабочего давления, в случае, когда поршень дойдет до упора, или слишком затрудненного поворота колес в магистрали насоса предусмотрен редуцирующий клапан.

На случай ограничения давления в гидравлическом цилиндре от удара колесами в препятствие в обеих магистралях установлены противоударные предохранительные клапаны, ограничивающие величину давления.

Все клапаны позволяют ограничить давление при внештатной ситуации и сохранить этим работоспособность рулевого управления.

### ***Порядок выполнения***

1. Включаем электродвигатель привода насоса и производим прокачку рулевого управления, поворачивая рулевое колесо несколько раз влево и

вправо. Далее, поворачивая рулевое колесо, выводим стрелку угломера поворота управляемых колес на «0», фиксируем положение спиц рулевого колеса и поворачиваем его вправо (по часовой стрелке) на 1,5 оборота, записываем показания угломера в таблицу. Выводим опять рулевое показание, опять фиксируем положение спиц рулевого колеса и поворачиваем влево (против часовой стрелки) на 2,5 оборота, записываем угол.

2. Выключаем привод насоса и всю операцию повторяем еще раз.

Таблица 2

Опытные данные

СОСЧИТАТЬ

		Обороты рулевого колеса	Угол поворота управляемых колес	Передаточное отношение	Неравномерность передаточного отношения
Насос включен	Вправо	1	11	$n_1$	$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100$
	Влево	1	10	$n_2$	
Насос выключен	Вправо	1	10	$n_1$	$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \cdot 100$
	Влево	1	6	$n_2$	

3. Сделать вывод о полученных результатах.

### Контрольные вопросы

1. Как влияют условия, в которых находятся управляемые колеса, на момент рулевого колеса?
2. Назначение распределителя рулевого управления?
3. Какой клапан срабатывает при ударе управляемым колесом?
4. У какого клапана давление срабатывания выше: редукционного или предохранительного?
5. Как уменьшить неравномерность передаточного отношения?
6. Как избавиться от неравномерности передаточного отношения?
7. Назначение цилиндра рулевого управления?
8. Как увеличить скорость поворота колес?
9. Назначение насоса-дозатора?
10. Сохраняется ли работоспособность рулевого управления при неработающем насосе?

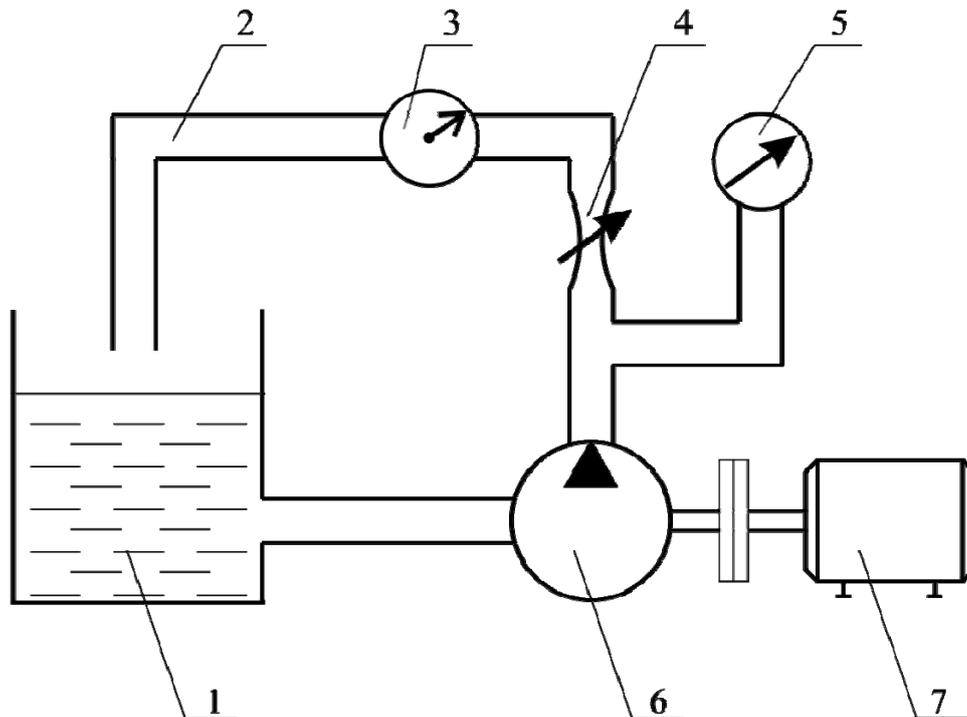
## Лабораторная работа № 3

### Определение гидравлической характеристики шестеренного насоса НШ-10

**Цель работы:** определить зависимость производительности  $Q$ , мощности  $N$ , и КПД  $\eta$  от давления  $p$ , создаваемого насосом НШ-10Е.

#### *Общие сведения*

Испытуемый насос НШ-10Е имеет привод от электродвигателя. Данный насос имеет широкое применение на тракторах в гидроусилителях управления: МТЗ – гидроусилитель рулевого управления, ДТ – гидроусилитель управления муфтой сцепления, Т-25 – насос гидросистемы.



*Рисунок – 1. Схема экспериментальной установки:*

*1 – бак с жидкостью; 2 – напорный трубопровод; 3 – счетчик;  
4 – дроссель регулируемый; 5 – манометр; 6 – насос; 7 – электродвигатель*

#### **Порядок выполнения**

1. Ознакомиться с устройством опытной установки. Перед включением электродвигателя убедиться в наличии напряжения по вольтметру и проверить положение маховичка дросселя, оно должно быть крайнее левое.

2. Включить электродвигатель, убедиться в исправной работе установки (отсутствие течи масла и ровный гул). После этого можно начинать замеры.
3. Необходимо записать в таблицу:
  - а) силу потребляемого тока  $J$ , А;
  - б) величину измеряемого объема  $V$ , л;
  - в) время замера  $t$ , с
  - г) показатели манометра  $p$ , кг/см<sup>2</sup>;
  - д) частоту вращения ротора,  $n$ , мин<sup>-1</sup>.
4. После замеров и записи результатов в таблицу, дросселем плавно увеличиваем давление через 5 кг/см<sup>2</sup> и повторяем замеры. Опыт проводим до давления 30 кг/см<sup>2</sup>.

### ***Порядок обработки опытных данных***

1. Мощность потребляемая шестеренным насосом  $N_H$ , кВт:

$$N_H = \frac{\sqrt{3} U_{л} \cdot J \cdot \cos \varphi \cdot \eta_{дв}}{1000},$$

где  $U_{л}$  – линейное напряжение (380 В);

$J$  – сила потребляемого тока, А;

$\eta_{дв}$  – КПД электродвигателя (равно 0,8) [11];

$\cos \varphi = 0,80 - 0,85$ .

2. Производительность насоса  $Q$ , л/с:

$$Q = \frac{V}{t},$$

где  $V$  – измеряемый объем, л;

$t$  – время замера, с.

3. Полезная мощность шестеренного насоса  $N_n$ , кВт:

$$N_n = \frac{Q p}{10},$$

где  $Q$  – производительность, л/с;

$p$  – давление, кг/см<sup>2</sup>.

4. Теоретическая производительность насоса  $Q_T$ , л/с:

$$Q_T = \frac{V_h n}{60 \cdot 1000},$$

где  $V_h$  – рабочий объем см<sup>3</sup>/оборот. (для НШ-10Е  $V_h = 10$ );

$n$  – частота вращения ротора, мин<sup>-1</sup>.

5. Объемный КПД насоса  $\eta_{об}$ :

$$\eta_{об} = \frac{Q}{Q_T}.$$

6. Полный КПД насоса  $\eta_H$ :

$$\eta_H = \frac{N_n}{N_H}.$$

Таблица 3

Опытные данные

Показатели	Ед. изм.	Замеры						
		1	2	3	4	5	6	7
Показания манометра, $p$	кг/см <sup>2</sup>	0	5	10	15	20	25	30
Сила тока, $J$	А	2,50	2,50	2,55	2,60	2,70	2,80	
Замерянный объем, $V$	л	5	5	5	5	5	5	
Время замера, $t$	с	25,2	29,6	33,8	34,0	33,2	31,7	
Производительность насоса, $Q$	л/с							
Частота вращения ротора, $n$	мин <sup>-1</sup>	1480	1475	1470	1465	1455	1445	
Теоретическая производительность, $Q_T$	л/с							
Объемный КПД насоса, $\eta_{об}$	–							
Потребляемая мощность насоса, $N_H$	кВт							
Полезная мощность насоса, $N_n$	кВт							
Полный КПД насоса, $\eta_H$	–							

По полученным данным:

- 1) построить рабочие характеристики шестеренного насоса на одном графике: а) расходную  $Q = f_1(p)$ ; б) энергетические  $N = f_2(p)$ ;  $\eta = f_3(p)$
- 2) сделать вывод.

### Контрольные вопросы

1. Какие различают типы шестеренных насосов?
2. Что такое объемный к.п.д. насоса?
3. Преимущества шестеренных насосов.
4. Недостатки шестеренных насосов.
5. Как влияет изменение частоты вращения шестерен на показатели насоса?
6. Признаки износа шестеренного насоса.
7. Какое влияние оказывает температура рабочей жидкости на объемный к.п.д.?
8. Из скольких к.п.д. состоит полный к.п.д. шестеренного насоса?
9. Почему шестеренные насосы используются в объемном гидроприводе?
10. Что происходит с работой шестеренного насоса при изменении направления вращения шестерен?

## Лабораторная работа № 4.

### Определение гидравлической характеристики роторно-пластинного насоса Г12-8

**Цель работы:** определить зависимость производительности, потребляемой мощности и коэффициента полезного действия от давления, создаваемого роторно-пластинным насосом Г12-8 и построить его рабочую характеристику.

#### *Общие сведения*

Роторно-пластинный насос – это насос с рабочими органами вытеснителями в виде плоских пластин. Эти насосы могут быть однократного, двухкратного и многократного действия. В пазах вращающего ротора, ось которого смещена относительно оси неподвижно статора на величину эксцентриситета, установлены несколько пластин. Вращаясь вместе с ротором, эти пластины одновременно совершают возвратно-поступательные движения в пазах ротора. Рабочими камерами насоса являются объемы, ограниченные соседними пластинками, а также поверхностями ротора и статора.

При вращении ротора рабочая камера, соединенная с полостью всасывания, увеличивается в объеме, давление в ней снижается и происходит ее заполнение жидкостью. Затем она переносится в зону нагнетания и соединяется напорным трубопроводом. При дальнейшем перемещении, ее объем уменьшается и происходит вытеснение жидкости пластиной из рабочей камеры. Затем пластина переносится от полости нагнетания к полости всасывания, и цикл повторяется.

Рабочий объема роторно-пластинного насоса  $W_o$ , м<sup>3</sup>:

$$W_o = 2e(\pi D - \delta z) \cdot b \cdot k,$$

где  $e$  – эксцентриситет ротора, мм;

$D$  – диаметр ротора, мм;

$\delta$  – толщина пластины, мм;

$z$  – количество пластин, шт;

$b$  – ширина пластины, мм;

$k$  – кратность работы.

Основной конструктивной проблемой роторно-пластинных насосов является уплотнение в месте контакта пластины и корпуса, которое обеспечивается различными способами. В насосах с высокими скоростями вращения это может быть получено за счет центробежных сил. Это могут обеспечивать пружины, установленные в пазах. В насосах, рассчитанных на большое давление, поджатие обычно достигается за счет давления, подводимого к пазам.

Роторно-пластинные насосы компактны, просты в производстве и достаточно надежны в эксплуатации. Поэтому они нашли достаточно широкое применение в технике, в первую очередь в станкостроении.

По сравнению с шестеренными насосами внешнего зацепления эти насосы несколько тяжелее и создают меньшие давления. Их максимальная величина составляет 7-14 МПа. Рекомендуемые частоты вращения лежат в пределах 1000-1500 мин<sup>-1</sup>. Полные КПД для большинства этих насосов равны 0,60-0,85, а объемные КПД – 0,70-0,92.

### ***Порядок выполнения***

1. Перед включением электродвигателя привода насоса ознакомиться с учебной установкой и убедиться, что маховичок дросселя находится в крайнем левом положении.
2. Включить электродвигатель насоса, дать поработать ему несколько секунд, и убедиться в исправной работе установки. После этого можно начинать замеры.
3. На каждой замеряемой точке необходимо произвести замеры и записать в таблицу:
  - а) силу потребляемого тока  $J$ , А
  - б) время прокачки 5 л рабочей жидкости  $t$ , с
  - в) частоту вращения ротора  $n$ , мин<sup>-1</sup>
4. По окончании замеров на первой точке, поворачивая плавно маховичок дросселя вправо, устанавливаем давление 0,5 МПа и повторяем замеры, данные записываем в таблицу. И так каждый раз, увеличивая давление на 0,5 МПа до 3,0 МПа производим замеры. По окончании опыта поворачиваем

маховичок дросселя в крайнее левое положение и выключаем электродвигатель.

### ***Порядок обработки опытных данных***

1. Мощность, потребляемая роторно-пластинным насосом  $N_H$ , кВт:

$$N_H = \frac{\sqrt{3} U_{\text{л}} \cdot J \cdot \cos \varphi \cdot \eta_{\text{дв}}}{1000},$$

где  $U_{\text{л}}$  – линейное напряжение (380 В);

$J$  – сила потребляемого тока, А;

$\eta_{\text{дв}}$  – КПД электродвигателя (равно 0,8);

$\cos \varphi = 0,80 - 0,85$ .

2. Производительность насоса  $Q$ , л/с:

$$Q = \frac{V}{t},$$

где  $V$  – измеряемый объем жидкости, л

$t$  – время прокачки 5 л жидкости, с

3. Полезная мощность роторно-пластинного насоса  $N_n$ , кВт:

$$N_n = Q_{\text{д}} p,$$

где  $p$  – давление жидкости, МПа

4. Теоретическая производительность насоса  $Q_T$ , л/с:

$$Q_T = \frac{V_h n}{60 \cdot 1000},$$

где  $V_h$  – рабочий объем насоса, см<sup>3</sup>;

$n$  – частота вращения ротора, мин<sup>-1</sup>.

5. Объемный КПД насоса  $\eta_{\text{об}}$ :

$$\eta_{\text{об}} = \frac{Q}{Q_T} \cdot \eta_{\text{об}} = \frac{Q_{\text{г}}}{Q_T}$$

6. Полный КПД насоса  $\eta_H$ :

$$\eta_H = \frac{N_n}{N_H}$$

Таблица 4

Опытные данные

Показатели	Ед. изм.	Замеры						
		1	2	3	4	5	6	7
Показания манометра, $p$	МПа	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Сила тока, $J$	А							
Замерянный объем, $V$	л	5	5	5	5	5	5	5
Время замера, $t$	с							
Производительность насоса, $Q$	л/с							
Частота вращения ротора, $n$	мин <sup>-1</sup>							
Теоретическая производительность, $Q_T$	л/с							
Объемный КПД насоса, $\eta_{об}$	—							
Потребляемая мощность насоса, $N_H$	кВт							
Полезная мощность насоса, $N_n$	кВт							
Полный КПД насоса, $\eta_H$	—							

По полученным данным:

- 1) построить рабочие характеристики роторно-пластинного насоса на одном графике: а) расходную  $Q = f_1(p)$ ; б) энергетические  $N = f_2(p)$ ;  $\eta = f_3(p)$
- 2) сделать вывод.

## Контрольные вопросы

1. Что такое эксцентриситет насоса?
2. За счет чего обеспечивается плотный контакт пластины со статором?
3. Как отразится на показаниях насоса изменение частоты вращения ротора?
4. Какое влияние оказывает величина эксцентриситета на показатели насоса?
5. Как повлияет на показатели насоса увеличение ширины пластин?
6. Что происходит с объемным КПД при увеличении давления?
7. К какому виду насосов относится этот насос?
8. Возможно ли изменять рабочий объем у роторно-пластинного насоса?
9. Что произойдет, если изменить направление вращения ротора?
10. Что заставляет пластины входить в пазы ротора?

## Лабораторная работа № 5

### **Определение влияния температуры рабочей жидкости на параметры работы гидропривода**

**Цель работы:** Определить влияние температуры рабочей жидкости на гидравлические показатели роторного насоса.

#### *Общие сведения*

Рабочая жидкость, используемая в гидроприводе, прежде всего, является энергоносителем, или рабочим телом (рабочей средой) т.е. обеспечивает передачу механической энергии от насоса к гидродвигателю.

Рабочая жидкость выполняет и другие важные функции:

- обеспечивает смазку трущихся поверхностей деталей гидравлических устройств и уплотнений, в результате чего уменьшаются силы трения и интенсивность износа;
- отводит тепло от нагруженных элементов гидромашин и других устройств;
- уносит продукты износа и другие частицы загрязнения;
- защищает детали гидравлических устройств от коррозии.

Перечисленные функции рабочей жидкости играют важную роль в обеспечении работоспособности гидропривода, его надежности и увеличения срока службы гидравлических устройств. Поэтому одной из задач, решаемых при проектировании гидропривода, является поддержание постоянства свойств рабочих жидкостей, определяющих выполнение этих функций.

Условия эксплуатации рабочей жидкости в гидроприводах могут быть очень сложные. Состояние рабочей жидкости определяет диапазон возможных рабочих температур, наличие примесей, большие скорости движения, высокие давления и т.д. Например, температура рабочей жидкости в некоторых гидроприводах может колебаться от  $-60$  до  $+90^{\circ}\text{C}$  и более, скорости потока жидкости достигают при дросселировании  $50$  м/с, а давление  $32$  МПа и более.

Рабочие жидкости, применяемые в гидроприводах, подразделяются на 4 типа: нефтяные, синтетические, водополимерные и эмульсионные.

Нефтяные жидкости получают из нефти обычными методами переработки. Они имеют сравнительно низкую верхнюю границу температурного диапазона. В гидроприводах применяют следующие нефтяные рабочие жидкости: масло гидравлическое единое МГЕ-10А, авиационное гидравлическое масло АМГ-10, всесезонное гидравлическое масло ВМГЗ и др.

Синтетические жидкости – жидкости, основу которых составляют продукты, полученные в результате химических реакций (диэфиры, силоксаны, фосфаты и др.) как правило, они негорючие, стойкие к окислению, имеют низкую температуру застывания, обладают стабильной вязкостью в течение длительного срока работы и в широком диапазоне температур. Однако каждая обладает тем или иным недостатком: несовместимость с резиновым уплотнением, плохой смазывающей способностью, токсичностью и т.д.

Водополимерные растворы – рабочие жидкости, представляющие собой водный раствор различных полимеров (до 35% воды).

Эмульсионные рабочие жидкости представляют собой смесь воды и нефтяных жидкостей. Их применяют в гидроприводах, работающих в пожароопасных условиях и при использовании большого количества рабочей жидкости (например, в гидроприводе шахтных крепей) недостатком является плохая смачивающая способность.

Как известно, вязкость рабочей жидкости зависит от температуры. При использовании рабочей жидкости с малой вязкостью, т.е. при высокой температуре увеличиваются внешние и внутренние утечки в гидромашинах, ухудшается смазка. С другой стороны, чем больше вязкость (ниже температура) тем больше потери давления на ее движение.

### ***Порядок выполнения***

1. Включаем привод насоса, дросселем устанавливаем по манометру нулевое давление и с точностью до 0,1с определяем время прокачки 5л рабочей жидкости (индустриальное масло Н-20) результаты замеров записываем в таблицу. Затем дросселем устанавливаем давление 0,5 МПа производим следующий замер и т.д. через давление 0,5 МПа до 3 МПа.

2. Не выключая привод насоса, включаем электрический нагреватель в банке рабочей жидкости и нагреваем её до необходимой температуры. Выключив нагреватель, выполняем операции п. 1, результаты заносим в таблицу.
3. Затем еще раз включаем нагреватель и при нагреве жидкости до нужной температуры отключаем ТЭН и проводим замеры согласно п. 1.

*Таблица 5*

*Опытные данные*

Температура, °С		Давление $p$ , МПа						
		0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
	$t$							
	$Q$							
	$t$							
	$Q$							
	$t$							
	$Q$							

***Порядок обработки опытных данных***

По полученным данным:

- 1) построить на одном графике зависимости производительности  $Q$  от давления  $p$  при различных температурах  $t$ .
- 2) сделать вывод.

## Контрольные вопросы

1. Что называется, температурой жидкости?
2. Что такое вязкость жидкости?
3. Почему при увеличении температуры вязкость жидкости снижается?
4. Почему при уменьшении температуры рабочей жидкости увеличиваются гидравлические потери?
5. Что такое текучесть жидкости?
6. Почему при увеличении температуры увеличиваются утечки?
7. К чему приводят наружные утечки?
8. Что происходит с вязкостью при увеличении давления?
9. Как поддерживать оптимальную температуру рабочей жидкости гидропривода?
10. К чему приводят внутренние утечки?

## Рекомендуемая литература

1. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод [Текст] Стесин С.П., ред. - 3-е изд., стер. - М : Академия, 2007. - 336 с.
2. Д. В. Штеренлихт. Гидравлика [Текст] - 3-е изд., перераб. и доп. - М : КолосС, 2007. - 656 с.: ил. - (Учебники и учебные пособия для студентов вузов).
3. Гидравлические системы [Текст] : Технический справочник из серии "Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт с.-х. техники" А. А. Нуйкин, П. А. Власов, А. М. Галкин. - Пенза : ПензАГРОТЕХсервис, 2004. - 180 с. - (Б-чка сельского механизатора).
4. Гидравлика [Текст] Н. Н. Лапшев. - М : Академия, 2007. - 272 с. - (Высшее профессиональное образование. Строительство).
5. Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод [Текст] Стесин С.П., ред. - 4-е изд., стер. - М : Академия, 2008. - 336 с. - (Высшее профессиональное образование. Транспорт).
6. Гидравлика: (Техническая механика жидкости) [Текст] Р. Р. Чугаев. - 5-е изд., реприн. - М : Бастет, 2008. - 672 с. : ил.
7. Гидравлика и гидравлические машины [Текст] А. А. Угинчус. - 5-е изд., стер. - М : ТИД "Аз-book", 2009. - 396 с. : ил.
8. Сборник задач по гидравлике и гидравлическому приводу С. В. Каверзин ; Красноярский гос. ун-т. - Красноярск, 1999. - 36 с.
9. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов А. П. Исаев, Б. И. Сергеев, В. А. Дидур. - М : Агропромиздат, 1990. - 400 с.
10. Гидравлика и сельскохозяйственное водоснабжение Н. А. Палишкин. - М : Агропромиздат, 1990. - 351 с.
11. Практикум по гидравлике и гидромеханизации сельскохозяйственных процессов Э. В. Костюченко, В. И. Лаптев, Л. А. Холодок. - Мн : Ураджай, 1991. - 272 с. - (Учебные пособия для с.-х. вузов).

Для заметок

*Учебно-методическое издание*

**Гидравлические и пневматические системы транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования. Гидравлика и гидропневмопривод :** методические указания по выполнению лабораторных работ / сост. И.Л. Соколов. — Караваяево : Костромская ГСХА, 2019. — 24 с. : ил. ; 20 см. —50 экз. — Текст : непосредственный.

*Методические указания издаются в авторской редакции*

© Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Костромская государственная сельскохозяйственная академия" 156530, Костромская обл., Костромской район, пос. Караваяево, уч. городок, д. 34

Компьютерный набор. Подписано в печать 08/07/2019.  
Заказ №051. Формат 84x60/16. Тираж 50 экз. Усл.  
печ. л. 1,68. Бумага офсетная. Отпечатано 22/07/2019.  
Цена 42,00 руб.

Отпечатано с готовых оригинал-макетов в  
академической типографии на цифровом дубликаторе.  
Качество соответствует предоставленным оригиналам.



Цена 42,00 руб.

ФГБОУ ВО КОСТРОМСКАЯ ГСХА



2019\*051