

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П.О. Сухого»

Кафедра «Гидропневмоавтоматика»

ГИДРОПРИВОДЫ СТАНКОВ
ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»

Гомель 2006

УДК 621.225(075.8)
ББК 34.447я73
Г46

*Рекомендовано научно-методическим советом
машиностроительного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого*

Автор-составитель: *В. В. Пинчук*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. *С. Ф. Андреев*

Г46 **Гидроприводы станков** : лабораторный практикум для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» / авт.-сост. В. В. Пинчук. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2006. – 22 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

Лабораторный практикум содержит методические указания по выполнению лабораторных работ; приведены порядок и последовательность выполнения работы, обработка результатов и оформления отчета.

Для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин».

УДК 621.225 (075.8)
ББК 34.447я73

© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2006

1. Лабораторная работа № 1

ОБЪЁМНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБЪЁМНОГО ГИДРОПРИВОДА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.1 Цель работы: Получение и анализ характеристик объёмного гидропривода с регулируемым насосом и нерегулируемым гидромотором, сравнение вариантов объёмного регулирования гидропривода вращательного движения.

1.2 Общие сведения

Основные элементы объёмного гидропривода - насос (входное звено) и гидродвигатель (выходное звено). Гидропривод, в котором скорость выходного звена можно изменять по заданному закону, является регулируемым. В объёмном гидроприводе применяются два вида регулирования скорости выходного звена - дроссельное и объёмное. Объёмное регулирование осуществляется изменением рабочего объёма насоса и гидродвигателя. В объёмном гидроприводе вращательного движения, где выходным звеном является гидродвигатель вращательного действия - гидромотор, возможны три варианта объёмного регулирования: 1) изменение рабочего объёма насоса; 2) изменение рабочего объёма гидромотора; 3) изменение рабочего объёма обеих гидромашин.

В процессе работы гидропривод характеризуют передаваемая мощность N , моменты на входе M_1 и M_2 , частота вращения вала гидромотора n_2 при постоянной частоте вращения насосного вала n_1 , коэффициент полезного действия η . Необходимо установить, как все эти величины изменяются при регулировании. Для этого введём в рассмотрение безразмерный параметр e регулирования гидромашин, равный отношению текущего рабочего объёма V к максимальному его значению V_0 , т.е. $e = \frac{V}{V_0}$. Тогда основные соотношения для идеальной объёмной гидромашин (при $\eta=1$) могут быть записаны так:

$$Q = eV_0 n; \quad M = e \frac{PV_0}{2\pi}; \quad N = ePV_0 n \quad (1.1)$$

Рассмотрим три вышеназванные варианты объёмного регулирования, имея в виду следующее: 1). Давление в гидросистеме $P_1=P_2=P = \text{const}$; 2). $n_1 = \text{const}$, т. е. скорость вращения входного вала всегда постоянна; 3). В регулируемой машине e меняется от 0 до 1, в нерегулируемой $e = 1$; 4). Объёмный к.п.д. η_0 принимается равным 1; 5). Индексы "1" соответствуют характеристикам насоса, индексы "2" - гидромотора.

Вариант 1.

Так как $Q_1 = Q_2$, $e_1 V_{01} n_1 = e_2 V_{02} n_2$; $e_2 = 1$;

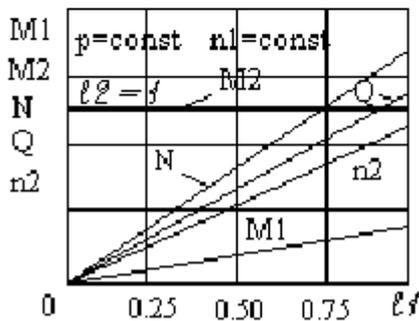
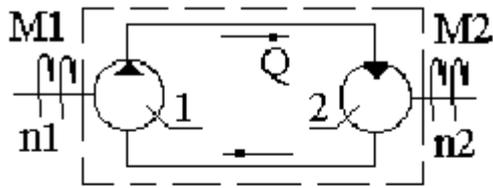


Рис. 1.1

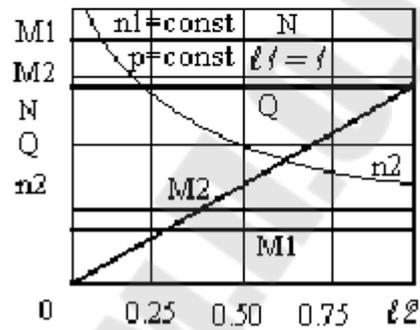
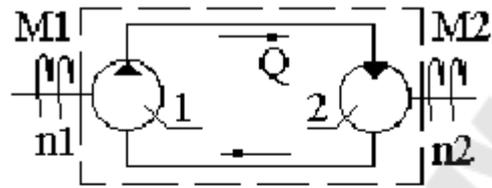


Рис. 1.2

Скорость вращения вала гидромотора пропорциональна параметру регулирования

$$n_2 = e_1 \frac{V_{01}}{V_{02}} n_1 \quad (1.2)$$

Для каждого выбранного значения давления P момент на валу насоса пропорционален параметру регулирования. Момент на валу гидродвигателя не зависит от параметра регулирования.

$$M_1 = e_1 \frac{PV_{01}}{2\pi} \quad ; \quad M_2 = \frac{PV_{02}}{2\pi} \quad (1.3)$$

Мощность на валу насоса пропорциональна параметру регулирования.

$$N_1 = e_1 PV_0 n_1 \quad (1.4)$$

Соответствующая схема гидропривода и графики представлены на рис 1.1

Вариант 2

Из того же соотношения $Q_1=Q_2$ получаем (при $e_1=1$)

Скорость вращения вала гидромотора обратно пропорциональна параметру регулирования.

$$n_2 = \frac{V_{01}}{V_{02}} n_1 \frac{1}{e_2} \quad (1.5)$$

Для каждого выбранного значения давления P момент на валу насоса не зависит от параметра регулирования. Момент на валу гидродвигателя пропорционален параметру регулирования.

$$M_1 = \frac{PV_{01}}{2\pi} ; \quad M_2 = e_2 \frac{PV_{02}}{2\pi} \quad (1.6)$$

Мощность на валу насоса не зависит от параметра регулирования.

$$N_1 = PV_0 n_1 \quad (1.7)$$

Соответствующие схема гидропривода и графики представлены на рис.1.2.Сравнивая варианты 1и 2 можно сделать вывод, что в первом случае гидропривод имеет благоприятные характеристики, особенно для реверсивного привода. Во втором случае реверсирование невозможно. Этот вариант можно использовать в определённых пределах регулирования скорости, без реверсирования. Отсюда следует вывод, что третий вариант объёмного регулирования можно получить, регулируя обе машины по определённому , заранее заданному закону.

Вариант 3.

Последовательность совместного регулирования должна обеспечить реверсирование и расширение скоростного диапазона гидропривода, поэтому она должна быть следующей: 1) пуск и реверсирование происходят в процессе регулирования насоса ($e_1 - \text{var}$; $e_2 = 1$); 2) при наращивании скорости после того, как будет достигнуто $e_1 = 1$, регулируют объёмную постоянную гидродвигателя, уменьшая её до допустимой величины $e_{2\text{min}}$ ($e_1 = 1$; $e_2 - \text{var}$). Соответствующие схемы гидропривода и графики представлены на рис.1.3.

Для экономической оценки гидропривода следует определить его к.п.д. В каждом режиме $\eta = \frac{M_2 n_2}{M_1 n_1}$. Получив опытные характеристики (рис. 1.1,1.2,

1.3) можно построить характеристики $\eta = f_1(e)$ при $P = \text{const}$; $n_1 = \text{const}$ и $\eta = f_2(e)$ при $e = \text{const}$ и $n_1 = \text{const}$.

1.3 Описание опытной установки

Гидравлическая схема стенда приведена на рис. 1.4 .Стенд выполнен по схеме с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости. Электродвигатель 1 через муфту приводит во вращение насос 2. Если распределитель 4 находится в среднем положении, то рабочая жидкость возвращается во всасывающую магистраль, на которой установлен фильтр тонкой очистки 8. Клапан предохранительный служит для предохранения насоса 2 от перегрузок давлением. Выходным звеном привода является аксиально–поршневой гидромотор 7, реверс вращения которого осуществляется переключением распределителя 4 в верхнюю или нижнюю позицию. Измерение числа оборотов

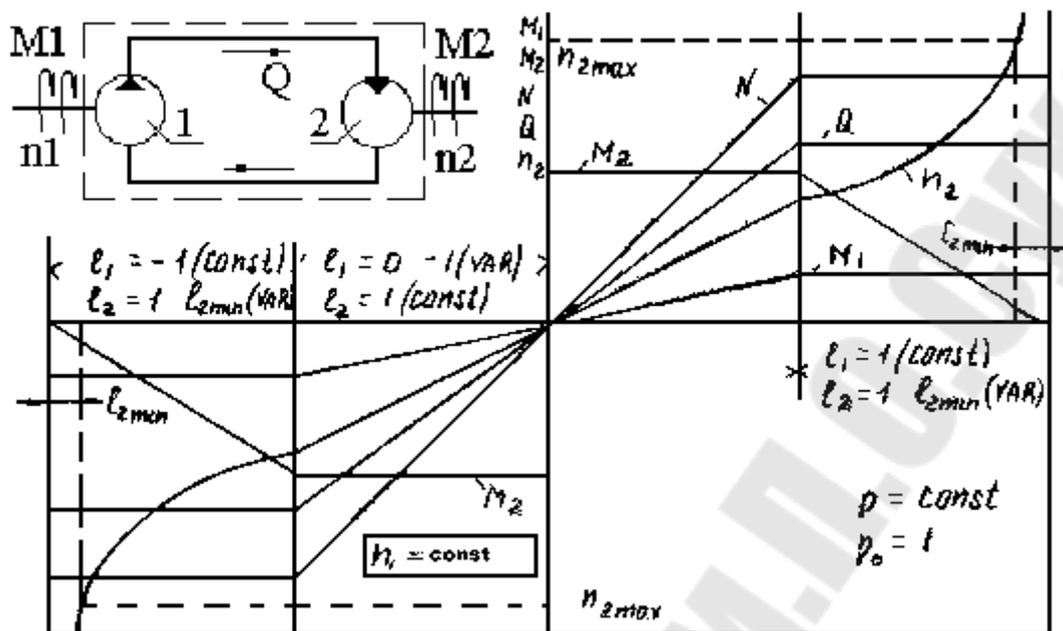


Рис. 1.3

вала мотора осуществляется с помощью тахометра. Для изменения скорости вращения вала 7 дросселированием на входе или выходе, в схеме установлены дроссели 5 и 6. Нагрузкой привода является шестерённый насос 9, нагрузка на котором устанавливается с помощью регулятора потока с обратными клапанами 10 и 11. Для восполнения утечек жидкости из магистралей привода, в схеме предусмотрен подпиточный насос 14, приводимый во вращение электродвигателем 13. Для предотвращения постоянной работы двигателя 13 подпиточного насоса, в схеме используется гидропневмоаккумулятор 16 и реле давления 18. При достижении заданного давления подпитки, контролируемого по манометру МН7, реле давления 18 автоматически отключает электродвигатель 13 от сети. Для предотвращения перегрузок подпиточного насоса 14 в случае выхода из строя реле давления, в схеме предусмотрен предохранительный клапан 17. Давление подпитки подаётся в гидросистему через обратный клапан 15.

Бак 12 является одновременно источником подпитки и источником жидкости для нагрузочного насоса 9. Давления в системе в различных точках контролируется манометрами:

- МН1 - давление на выходе насоса;
- МН2 – давление на входе в насос до фильтра 8;
- МН3 и МН4 – давление в рабочих полостях гидромотора 7;
- МН5 и МН6 - давление в рабочих полостях нагрузочного насоса 9;
- МН7 – давление подпитки;
- МН8 – давление на входе в насос 2 после фильтра 8.

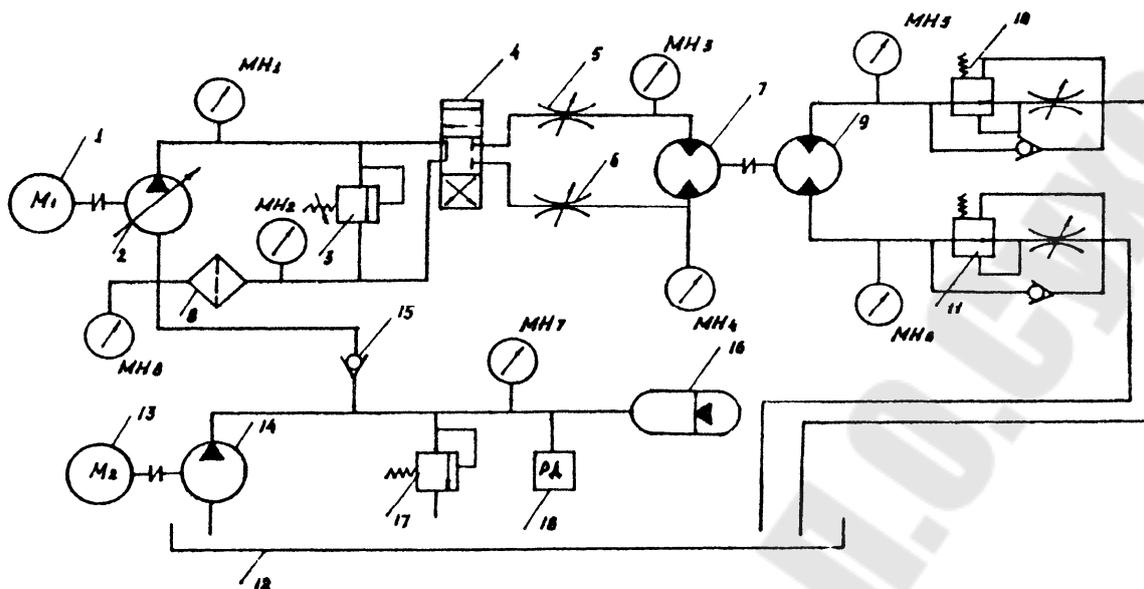


рис 1.4

Основные характеристики гидроаппаратуры, установленной на стенде:

1. Электродвигатель 4АМх90 4У3 380В ; 2,2 кВт ; 1410 об/мин.

2. Насос пластинчатый, регулируемый Г12-53АМ

Рном.=63 кг/см², Qном.=0...25 л/мин

3. Клапан предохранительный ПВГ 54-22

Рном.=10 Мпа, Qном.=29 л/мин

4. Гидрораспределитель ВЕ.64 Рном.=32 Мпа , Qном.=20 л/мин

5. и 6. Гидродроссель с обратным клапаном ДКМ 6/3

Рном.=32 Мпа, Qном.=12,5 л/мин

7. Гидромотор аксиально-поршневой Г15-23Н

Рном.=6,3 МПа, V0 = 40 см³/об, Mном.= 32 кгс.м

8. Фильтр Г43-5. Рном.=20 Мпа, Qном.=16 л/мин

9. Насос шестерённый НШ 46У.

10. и 11. Регулятор потока с обратным клапаном МПГ 55-32.

Рном.=20 Мпа, Qном.=20 л/мин

13. Электродвигатель АОЛ1214. 380В, 180 Вт , 1400 об/мин.

14. Насос пластинчатый С12-52

Рном.=0,25 МПа , V0 = 4 см³/об, Qном.= 31 л/мин.

15. Клапан обратный .

16 . Гидро – пневмоаккумулятор ПГ 5311-200-1.

Давление заряда 10...0,5 МПа.

17. Клапан предохранительный.

18. Реле давления Г62-21М , Р=0,5...6,3Мпа.

Манометры МН1... МН8 - ОБМ1 – 100.

1.4. Порядок проведения работы.

1. Ознакомиться с расположением и назначением основных элементов стенда.
2. Установить регулируемый винт насоса 2 в положение минимальной подачи, вращением его по часовой стрелке.
3. Полностью открыть дроссели 5 и 6 и регуляторы потока 10 и 11 (дроссели 5 и 6 открывают вращением регулировочных винтов против часовой стрелки, регуляторы потока 10 и 11 – вращением рукояток по часовой стрелке до упора).
4. Включить установку. Дождаться срабатывания реле давления 18 и подпиточного насоса 14, контролируя давление подпитки по манометру МН7.
5. Переключить распределитель 4 в одно из крайних положений (по указанию преподавателя).
6. Вращая регулировочный винт насоса 2 установить первое значение параметра регулирования e_1 .
7. Вращая рукоятку регулятора потока 10 или 11 (в зависимости от направления вращения вала гидромотора) установить некоторую нагрузку на валу мотора 7.
8. Записать в таблицу 1.1 значение параметра регулирования e_1 , давления P_1 (по манометру МН1), число оборотов вала гидромотора 7 (по тахометру), давления P_3 , P_4 (по манометрам МН3 и МН4).
9. Изменяя параметр регулирования e_1 , вращением регулировочного винта 2, произвести 6...8 опытов, записывая в таблицу 1.1 значения e_1 , P , n .

Таблица 1.1

№ пп	e_1	p	n	M_1	M_2	Q	N_1	P_3	P_4	ΔP	N_2	η
	—	Па	об/мин	Н•М	Н•М	м ³ /с	Вт	Па	Па	Па	Вт	%
1.												
2.												
3.												
·												
·												
8.												

1.5. Обработка опытных данных

1.5.1. Определить момент на валу насоса

$$M_1 = e_1 \frac{P_1 V_{01}}{2\pi} \quad (\text{нм}), \text{ где } V_{01} = 15 \text{ см}^3/\text{об}$$

1.5.2. Определить момент на валу гидромотора

$$M_2 = \frac{P_1 V_{02}}{2\pi} \quad (\text{нм}), \text{ где } V_{02} = 40 \text{ см}^3/\text{об}$$

1.5.3. Рассчитать производительность насоса

$$Q = V_{02} n \quad (\text{м}^3/\text{с})$$

1.4.4. Рассчитать величину перепада давления на гидромоторе

$$P = P_3 - P_4 \quad (\text{Па})$$

1.5.5. Определить мощность на валу насоса

$$N_1 = e_1 P_1 V_{01} n_1 \quad (\text{Вт}), \text{ где } n_1 = 1410 \text{ об/мин}$$

1.5.6. Определить мощность на валу гидромотора

$$N_2 = V_{02} \cdot \Delta P \cdot n \quad (\text{Вт})$$

1.5.7. Определить значение К.П.Д. гидропривода

$$\eta = \frac{N_2}{N_1} \cdot 100\%$$

1.5.8. Построить графики зависимости

$$M_1 = f_1(e_1)$$

$$M_2 = f_2(e_1)$$

$$n_2 = f_3(e_1)$$

$$N_2 = f_4(e_1)$$

$$Q = f_5(e_1)$$

1.6 Контрольные вопросы:

1. В чём состоит сущность объёмного регулирования объёмного гидропривода?

2. Какие существуют варианты объёмного регулирования?

3. Что такое параметр регулирования?

4. Как зависит подача (расход), передаваемая мощность, моменты на входном и выходном валах и частота вращения выходного вала от параметра регулирования при $n_1 = const$ для различных вариантов объёмного регулирования?

5. Каковы достоинства и недостатки объёмного регулирования?

2. Лабораторная работа №2

ДРОССЕЛЬНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

2.1. Цель работы: получение и анализ характеристик объемного гидропривода вращательного движения с дроссельным регулированием при различных способах установки дросселя на гидрелинии.

2.2. Общие сведения

В данной работе необходимо для каждого варианта установки дросселя (на линии питания, линии слива и параллельно гидромотору) построить расходные характеристики $Q_2 = f_1(\Delta P_2)$ и определить зависимость внутреннего К.П.Д. от перепада давлений на гидромоторе

$$\eta_{\text{внутр}} = f_2(\Delta P_2).$$

Значения Q_2 связаны со скоростью вращения выходного вала

$$n_2 = \frac{Q_2 \eta_{o2}}{V_{o2}}, \quad (2.1)$$

где V_{o2} - объемная постоянная гидромотора;

Перепад давлений позволяет определить момент, преодолеваемый гидромотором:

$$M_{\Gamma} = \frac{V_{o2} P_2}{2\pi} \cdot \eta_{\text{м.з.}}, \quad (2.2)$$

где $\eta_{\text{м.з.}}$ - механический к. п. д. гидромотора.

Внутренний к.п.д. гидропривода - отношение мощности потока, израсходованной в гидромоторе N_2 , к мощности потока, подаваемого в гидросистему насосом N_H :

$$\eta_{\text{внутр}} = \frac{N_2}{N_H} = \frac{\Delta P_2 Q_2}{\Delta P_H Q_H} \quad (2.3)$$

Внутренний к. п. д. гидропривода позволяет оценить потери, вызванные дроссельным регулированием (потери управления). Полный к. п. д. гидропривода учитывает, кроме того, потери в насосе и в гидромоторе:

$$\eta = \eta_{\text{внутр}} \cdot \eta_n \cdot \eta_z, \quad (2.4)$$

где η_n - полный КПД насоса; $\eta_n = \eta_{он} \cdot \eta_{zn} \cdot \eta_{nn}$

η_z - полный КПД гидромотора; $\eta_z = \eta_{o2} \cdot \eta_{z2} \cdot \eta_{nz}$

Здесь

η_o - объемный к.п.д. гидромашины; $\eta_o = \frac{\Delta Q}{Q}$, где

ΔQ - утечки в гидромашине;

$\eta_{гг}$ - гидравлический к.п.д. гидромашины; $\eta_{гг} = \frac{\Delta P_{TP}}{\Delta P}$, где

ΔP_{TP} - потери давления на гидравлическое сопротивление внутри гидромашины;

$\eta_{мг}$ - механический к.п.д. гидромашины; $\eta_{мг} = \frac{\Delta N_{MEX}}{P \cdot Q}$, где

ΔN_{MEX} - механические потери в гидромашине, включающие все потери на трение.

2.3. Описание опытной установки

Опыты проводятся на установке, описание к схема которой приведены в указанных к работе № 1 (п.1.3, рис. 1.4).

2.4. Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с расположением и назначением основных элементов стенда.

2. Остановить регулировочный винт насоса 2 вращением по часовой стрелке в положение, соответствующее минимальной подаче.

3. Полностью открыть дроссели 5, 6 и регуляторы потока 10 и 11 (дроссели открывают вращением регулировочных винтов против часовой стрелки, регуляторы потока - вращением рукояток по часовой стрелке до упора).

4. Включить установку. Дождаться срабатывания реле давления 18 и отключения подпиточного насоса 14, контролируя давление подпитки по манометру МН7.

5. Переключить распределитель 4 в одно из крайних положений (по указанию преподавателя).

6. Вращением регулировочного винта насоса 2 против часовой стрелки, установить число оборотов вала гидромотора 7 (100 ... 300) об/мин.

7. Несколько прикрыть дроссель 5, (дроссель в линии питания) вращением регулировочного винта по часовой стрелке. Вращением рукоятки регулятора потока 10 против часовой стрелки установить некоторое значение нагрузки на валу гидромотора.

8. Записать в таблицу 2.1 показания манометров МН3 и МН4 (P_3 и P_4), число оборотов вала гидромотора n , показания манометров МН1 и МН2 (P_1 и P_8).

9. Произвести 6...8 опытов, прикрывая дроссель 5 и записывая в таблицу давления P_3, P_4, P_1, P_8 , число оборотов вала гидромотора n .

10. Полностью открыть дроссель 5, вращением винта против часовой стрелки.

11. Несколько прикрыть дроссель 6 (дроссель в линии слива), вращением винта по часовой стрелке.

12. Записать в табл.2.1 показания манометров МН3 и МН4 (P_3 и P_4), число оборотов вала гидромотора n , показания манометров МН1 и МН8 (P_1 и P_8).

13. Произвести 6...8 опытов, прикрывая дроссель 6 и записывая в таблицу давления P_3, P_4, P_1, P_8 , число оборотов вала гидромотора.

2.5. Обработка опытных данных.

1. Для каждого способа регулирования определить перепад давления на насосе (ΔP_H) и гидромотора (ΔP_G)

$$\Delta P_H = P_1 - P_8 \text{ (Па)}$$

$$\Delta P_2 = P_3 - P_4 \text{ (Па)}$$

2. Определить расход жидкости через гидромотор.

$$Q = nV_{oz} \text{ (м}^3\text{/с)}, \text{ где } V_{oz} = 40 \text{ см}^3\text{/об - объемная постоянная гидромотора.}$$

3. Определить мощность на валу насоса. $N_H = \Delta P_H Q$ (Вт).

4. Определить мощность, израсходованную в гидромоторе.

$$N_G = \Delta P_G Q \text{ (Вт).}$$

5. Определить внутренний к.п.д. гидропривода $\eta_{внутр} = \frac{N_G}{N_H} \cdot 100\%$.

Таблица 2.1

Дроссель в линии питания											
№№ пп	P_3	P_4	P_1	P_8	N_H	N_G	$\eta_{внутр}$	ΔP_2	ΔP_H	Q	n
	Па	Па	Па	Па	Вт	Вт	%	Па	Па	м ³ /с	об/мин
1.											
2.											
3.											
.											
.											
.											
Дроссель в линии слива											
1.											
2.											
3.											
.											
.											
.											

6. Для каждого способа регулирования построить графики зависимости

$$Q_2 = f_1(\Delta P_2)$$

$$\eta_{внутр} = f_2(\Delta P_2)$$

2.6. Контрольные вопросы:

1. Чем состоит принцип дроссельного регулирования скорости?
2. Какой части гидросхемы устанавливается регулируемое сопротивление?
3. Какие потери учитывает внутренний к.п.д. гидропривода?
4. Какие потери учитывают объемный, гидравлический и механический к.п.д.?
5. Как определить расход (подачу) объемной гидромашины?

3. Лабораторная работа № 3

СНЯТИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИЛЬТРА

3.1. Цель работы. Ознакомление с назначением и устройством фильтра и снятие его статической характеристики.

3.2. Общие сведения

Надежность работы гидропривода зависит в значительной степени от чистоты рабочей жидкости. Для очистки рабочих жидкостей гидросистем от механических загрязнений применяют различного рода фильтры - сетчатые, щелевые, пористые, а также сепараторы - магнитные, центробежные, электростатические.

Выбор системы фильтрования зависит от размеров установки и чувствительности ее гидрооборудования к загрязнениям. Общие предпосылки при выборе фильтров:

1. Наиболее целесообразно устанавливать фильтр на всасывании, т.к. это обеспечивает защиту всех узлов гидропривода.

2. Для защиты наиболее ответственных узлов следует предусматривать в линии нагнетания отдельные фильтры.

3. При выборе фильтра его пропускная способность по каталогу берется равной удвоенному расходу рабочей жидкости через данный трубопровод.

4. Тонкость фильтрования фильтрами:

заливными	- 100-200 мкм;
всасывающими	- 60-200 мкм;
низкого давления (до 6,3 МПа)	- 60-80 мкм (для станков);
высокого давления (выше 6,4 МПа)	- 5-25 мкм "-
сливными	- 25-100 мкм.

5. На выходе из подпиточных насосов низкого давления, обслуживающих крупные регулируемые насосы, необходимо устанавливать фильтры с тонкостью фильтрования 10 - 20 мкм.

6. При выборе фильтров в каталогах приводятся такие параметры, как расход Q , перепад давления ΔP и вязкость жидкости ν . Эти данные, как правило, отличаются от соответствующих параметров гидросистемы Q_c , ΔP_c , ν_c . Связь параметров по каталогу с действительными данными можно определить по эмпирическим формулам:

$$\Delta p_c = \frac{1}{2} \cdot \Delta p \cdot \frac{Q_c}{Q} \cdot \left(\frac{\nu_c}{\nu} + \sqrt{\frac{\nu_c}{\nu}} \right) \quad (3.1)$$

$$Q_c = \frac{2 \cdot Q \cdot \Delta p_c}{\Delta p \cdot \left(\frac{\nu_c}{\nu} + \sqrt{\frac{\nu_c}{\nu}} \right)} \quad (3.2)$$

Гидравлическая (статическая) характеристика фильтра – зависимость $\Delta p = f(Q)$ при $t^\circ = \text{const}$ (обычно $t^0 = +20^\circ\text{C}$). По этой характеристике можно найти удельную пропускную способность фильтра, т.е. способность единицы площади поверхности фильтра при перепаде давлений 0,1 МПа и вязкости жидкости 1 П. Т.к. расход жидкости через фильтр можно записать в виде

$$Q = \alpha \frac{\Delta p \cdot F}{\mu}, \quad (3.3)$$

где

- α - удельная пропускная способность фильтра;
- F - площадь поверхности фильтрующего элемента;
- μ - коэффициент динамической вязкости,

то

$$\alpha = \frac{\mu}{\Delta p} \frac{Q}{F}. \quad (3.4)$$

3.3. Описание опытной установки

Эксперимент проводится на установке, описание и схема которой приведены в указаниях к лабораторной работе № 1 (п. 1.3, рис.1.4.).

3.4. Порядок проведения работы

1. Ознакомиться с расположением и назначением основных элементов стенда.
2. Включить установку в сеть. При этом одновременно с электродвигателем I включается электродвигатель 13 подпиточного насоса 14.
3. Дождаться отключения подпиточного насоса, контролируя давление зарядки аккумулятора 16 (давление подпитки) по манометру МН8.
4. Переключить распределитель 4 в одно из крайних положений, предварительно открыв дроссели 5, 6 и регуляторы потоков 10 и II.
5. Заворачивая регулируемый винт насоса 2 добиться минимального числа оборотов гидромотора 7.

6. Записать в табл. 3.1 показания манометров МН2 и МН8, а также число оборотов вала гидромотора 7.

7. Вращая регулировочный винт насоса 2 против часовой стрелки произвести 8 ... 10 опытов по п.6.

3.5. Обработка опытных данных

1. Определить перепад давления ΔP на фильтре $\Delta P = P_{ВХ} - P_{ВЫХ}$;

2. Определить расход жидкости через фильтры $Q = V_o \cdot n$,

где V_o - объемная постоянная гидромотора ($V_o = 40 \text{ см}^3/\text{об}$),

n - число оборотов вала гидромотора (определяется с помощью вольтметра), об/мин.

3. Построить график зависимости $\Delta P = f(Q)$;

4. Определить для каждого опыта удельную пропускную способность фильтра α .

Таблица 3.1

№№ пп	$P_{ВХ}$	$P_{ВЫХ}$	n	ΔP	Q	α
	Па	Па	об/мин	Па	$\text{м}^3/\text{с}$	
1.						
2.						
3.						
.						
.						
.						

3.6. Контрольные вопросы

1. Для чего применяется фильтр?

2. Чем отличаются фильтры различных модификаций?

3. Типы фильтрующих элементов.

4. Какая зависимость называется статической характеристикой фильтра?

5. В чем отличие фильтров грубой и тонкой очистки?

6. Как обозначается фильтр на гидросхемах?

4. Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ СЛЕДЯЩЕГО ГИДРОПРИВОДА

4.1. Цель работы:

1. Ознакомление с устройством и принципом действия гидроусилителя момента.

2. Экспериментальное снятие характеристик $\alpha_{отст} = f(n)$.

4.2. Общие сведения

Следящим гидроприводом называют регулируемый гидропривод, в котором выходное звено исполнительного механизма (шток гидроцилиндра или вал гидромотора) отслеживает закон движения управляющего органа (входа). Для этого в системе предусмотрена непрерывная связь между выходным и входным элементами, которая называется обратной связью. Через обратную связь автоматически устраняется возникающее рассогласование между управляющим воздействием (входным сигналом и ответным действием (выходным сигналом)). При использовании следящего гидропривода к функции слежения добавляется и функция усиления по мощности, поэтому следящий гидропривод часто называют гидравлическим усилителем.

Гидравлические следящие усилители нашли широкое применение в различных отраслях техники. Одним из примеров такого применения является электрогидравлический шаговый привод, который широко применяется в станкостроении для применения рабочих органов металлорежущих станков или других машин с числовым программным управлением (ЧПУ).

Электрогидравлический шаговый привод (ЭГШП) состоит из электрического двигателя (ШД) и следящего гидравлического усилителя крутящего момента (ГУ).

ШД малой мощности поворачивает входной вал ГУ, а выходной вал последнего повторяет с незначительной ошибкой все движения входного вала, развивая крутящий момент, достаточный для перемещения рабочих органов станков через винтовую, реечную или кулачковую передачу. Усиление крутящего момента обеспечивается за счет энергии потока масла, подводимого к ГУ от насосной станции. В ШД подается импульсный ток, причем каждый импульс обеспечивает поворот его вала, а следовательно, и выходного вала ГУ на определенный угол - шаг, который для отечественных приводов равен $1,5^\circ$. Таким образом, угол поворота определяется числом импульсов, поступивших в ШД от системы управления, а частота вращения - частотой их следования.

Основой следящего гидроусилителя крутящего момента в ЭГШП являются цилиндрический управляющий золотник и аксиально-поршневой гидромотор, связанные между собой отрицательной обратной связью.

Устройство и работа управляющего золотника.

Корпус 1 управляющего золотника (рис.4.1) крепится к распределительному диску 2 гидромотора (ГМ). В корпусе I размещена гильза 3 и резьбовая втулка 4. В центральном отверстии гильзы 3 расположен золотник 5, который может свободно перемещаться в осевом направлении. Резьбовая втулка 4 установлена на подшипниках 6, исключающих ее осевое перемещение, но позволяющих ей свободно вращаться. Золотник 4 в осевом направлении связан через упорные подшипники 6 с валом 7, который одновременно может поворачиваться относительно золотника. Валик 7 с одной стороны оканчивается шлицевой втулкой, взаимодействующей со шлицевым концом вала гидромотора, а с другой стороны резьбовым участком, взаимодействующим с резьбовой втулкой 4. Последняя через поводковую муфту связана с валом ШД.

Когда золотник 5 находится в среднем нулевом положении относительно гильзы 3, вал гидромотора остается неподвижным. При повороте вала ИЩ поворачивается в подшипниках 6 связанная с ним резьбовая втулка 4. Последняя взаимодействует с резьбовым концом валика 7, заставляя валик перемещаться в осевом направлении вместе с золотником 5. Пояски золотника смещаются относительно расточек гильзы и через образующиеся при этом окна, масло из напорной линии гидросистемы поступает в одну из рабочих камер гидромотора (I или II), а из другой его камеры сливается в бак. В результате вал гидромотора поворачивается в том же направлении, что и вал ШД. Через шлицевое соединение это вращение передается на валик 7, который своим резьбовым концом взаимодействует с втулкой 4 и перемещается в осевом направлении в обратную сторону. При этом связанный с валиком 7 золотник 5 возвращается в исходное положение относительно гильзы 3, после чего вращение гидромотора прекращается.

Давление в полостях гидромотора, а, следовательно, и крутящий момент определяются в зависимости от величины площадей проходных окон между кромками золотника 2 и проточками гильзы 3. Так как при вращении входного вала гидроусилителя золотник 5 смещается в одну сторону, а при вращении выходного вала этот же золотник смещается в обратную сторону, то следовательно, величина проходных окон кромки золотника зависит от разности углов поворота входного и выходного валов (от величины угла отставания, $\delta_{отст}$, измеряемого от нулевого положения).

Таким образом, при вращении вала ШД с постоянной скоростью вал гидромотора вращается синхронно, однако с некоторым отставанием, по углу $\delta_{отст}$ для того чтобы масло под необходимым давлением и в необходимом количестве могло проходить в гидромотор через рабочие окна следящего золотника. После остановки вращения ШД угол $\delta_{отст}$ уменьшается практически до нуля, и вал гидромотора также останавливается. С увеличением нагрузки на входном валу и повышением частоты вращения угол рассогласования будет увеличиваться.

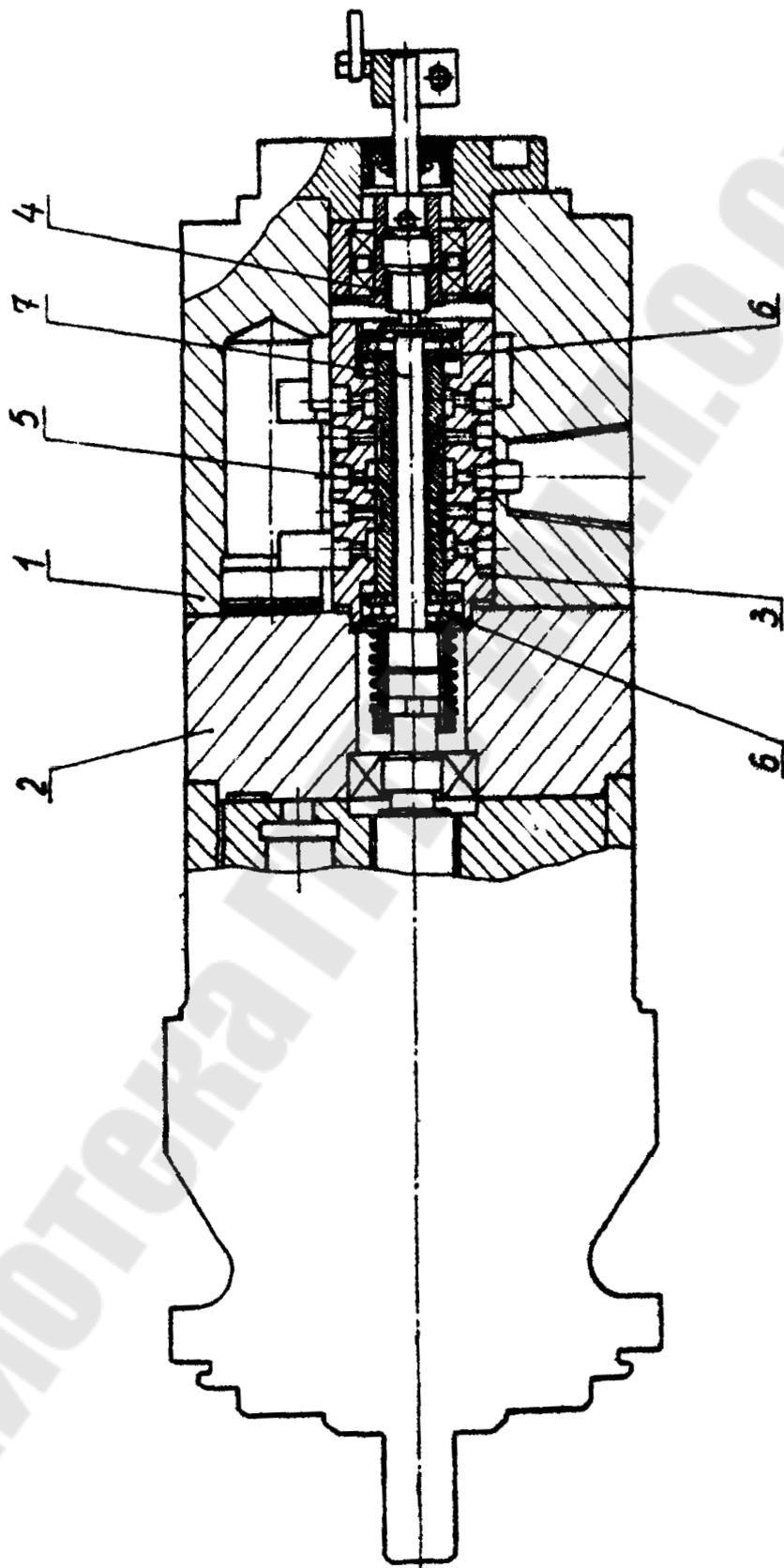


Рис. 4.1

4.3. Описание опытной установки

Схема опытной установки приведена на рис.4.2. Гидравлическая станция 1, включающая насос 2, предохранительный клапан 3 и фильтр 4, подает жидкость к гидроусилителю 5. Электродвигатель постоянного тока 6 через червячный редуктор 7 вращает входной вал гидроусилителя и одновременно движок переменного резистора R4. Вращение входного вала гидроусилителя позволяет рабочей жидкости, поступающей от насосной станции, вращать выходной вал гидроусилителя. На выходной вал гидроусилителя жестко посажен барабан 8. Вращаясь, барабан накручивает тросик 9, поднимая подвешенный к тросику груз 10. Одновременно с барабаном вращается движок переменного резистора R3. Переменные резисторы R3, R4 и постоянные сопротивления R1, R2 соединены между собой по мостовой схеме. Рассогласование между поворотом входного и выходного вала регистрирует микроамперметр МА, включенный в диагональ мостовой схемы. Показания микроамперметра по тарировочному графику переводятся в угловое рассогласование входного и выходного валов. Регулируемый источник питания постоянного тока ИП позволяет изменять частоту вращения двигателя 6, а, следовательно, и скорость движения груза 10. Время подъема и опускания груза определяется с помощью электросекундомера П, который автоматически включается и выключается конечными выключателями 12. Изменение направления вращения двигателя 1, а, следовательно, изменение направления движения груза осуществляется переключателем В1. Давление в гидросистеме показывает манометр 13.

4.4. Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с расположением и назначением основных элементов стенда.
2. Закрепить на нагрузочном устройстве минимальный груз.
3. Установить переключатель В1 в положение "Верх".
4. Установить рукоятку регулирования напряжения источника питания (ИП) в положение, соответствующее минимальной частоте вращения вала гидроусилителя.
5. Нажать кнопку "Пуск". Определить по секундомеру время t подъема груза на высоту h . Определить отклонение стрелки МА во время подъема груза и снять показание манометра.
6. Установить переключатель В1 в положение "Вниз" и, нажав кнопку "Пуск", опустить груз.
7. Повторить опыты при различной частоте вращения вала гидроусилителя (5... 8 опытов). Частота вращения изменяется поворотом рукоятки регулирования напряжения ИП.
8. Закрепить на нагрузочном устройстве максимальный груз и сделать опыты по п.п. 3, 4, 5, 6, 7.

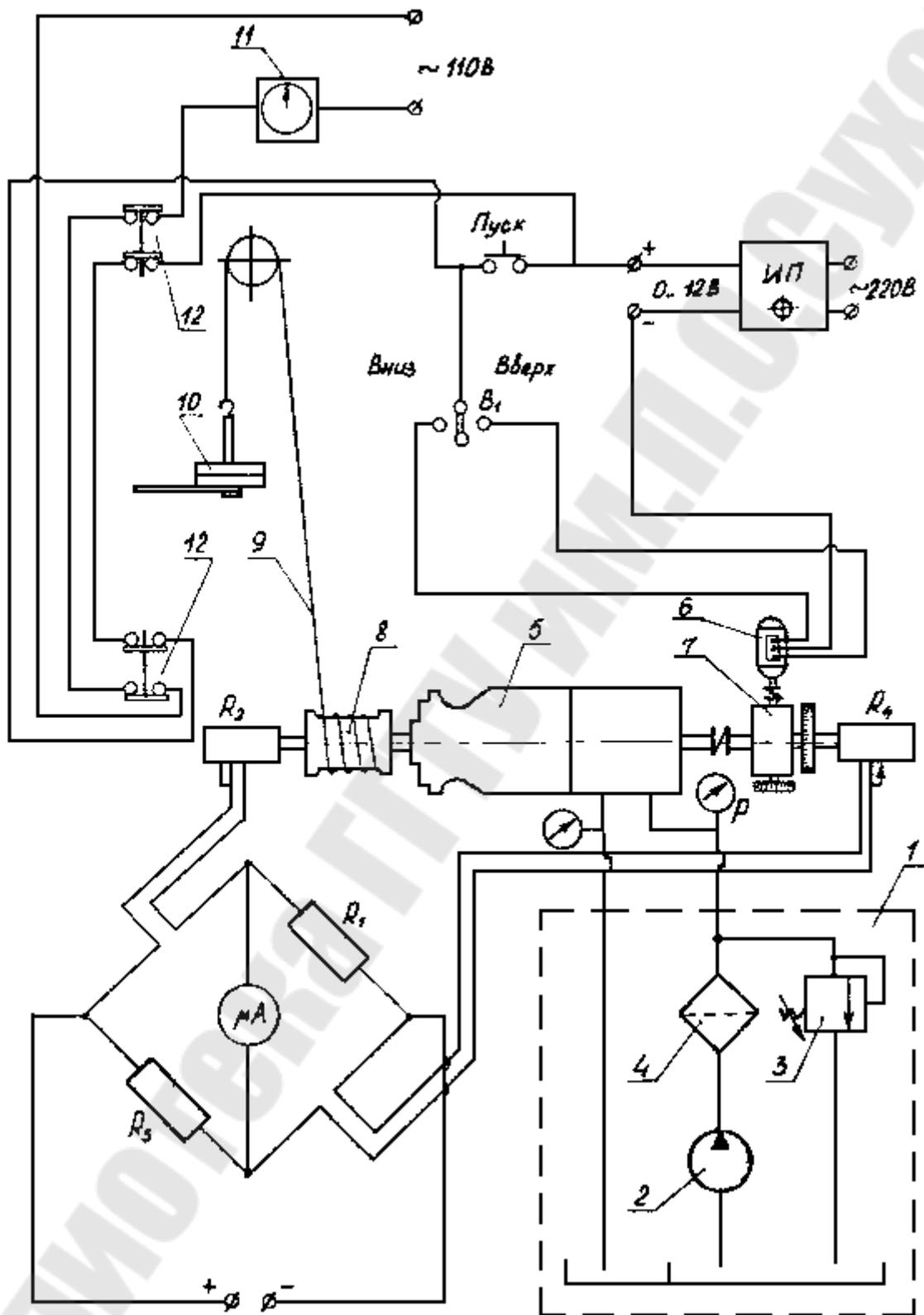


рис 4.2

4.5. Обработка опытных данных

1. Определить для каждого опыта скорость движения груза $v = \frac{h}{t}$;
2. Определить частоту вращения вала гидроусилителя

$$n = \frac{60 \cdot v}{\pi \cdot d_B},$$

где d_B - диаметр барабана.

3. Определить нагрузку на выходном валу гидроусилителя

$$1) \quad M_C = mg \frac{d_E}{2},$$

где m - масса груза.

$$2) \quad M_C = \frac{Pq}{2\pi},$$

где P - показание манометра,

q - объемная постоянная насоса, входящего в гидроусилитель.

4. По тарировочному графику перевести показания МА в угловое рассогласование $\alpha_{омст}$.

5. Построить для каждого значения нагрузки график зависимости $\alpha_{омст} = f(n)$.

6. Результаты измерений и вычислений заносятся в табл. 4.1.

Таблица 4.1

m	№ пол. рукоятки и иип	h	t	v	n	p	M _c	μA	δ _{отст}
кг		м	с	м/с	об/мин	Н/м ²	Нм	мА	градус
m _{min} = ...	1.								
	2.								
	.								
	.								
	.								
m _{max} = ...	1.								
	2.								
	.								
	.								
	.								

4.6. Контрольные вопросы

1. Что такое следящий гидропривод?
2. Для чего служит обратная связь?
3. Из каких основных узлов состоит ЭГШП и как он работает?
4. Как изменяется угол рассогласования с увеличением нагрузки на выходном валу?
5. Как определить нагрузку на выходном валу гидроусилителя?

СОДЕРЖАНИЕ

1. Лабораторная работа № 1. Объемное регулирование объемного гидропривода вращательного движения	3
2. Лабораторная работа № 2. Дроссельное регулирование объемного гидропривода вращательного движения	10
3. Лабораторная работа № 3. Снятие статической характеристики фильтра.....	13
4. Лабораторная работа № 4. Изучение следящего гидропривода	16

ГИДРОПРИВОДЫ СТАНКОВ

**Лабораторный практикум
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»**

Автор-составитель: **Пинчук** Владимир Владимирович

Подписано в печать 10.05.06.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Цифровая печать. Усл. печ. л. 1,39. Уч.-изд. л. 1,52.

Изд. № 167.

E-mail: ic@gstu.gomel.by

<http://www.gstu.gomel.by>

Отпечатано на МФУ XEROX WorkCentre 35 DADF
с макета оригинала авторского для внутреннего использования.

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.