

# ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ (краткий)

## Стенд «Гидромашины и гидроприводы» (НТЦ-11.36.1)

### 1 Краткое описание стенда

Стенд предназначен для экспериментальных исследований:

- шестеренного нерегулируемого гидронасоса;
- аксиально-поршневого нерегулируемого гидромотора;
- гидроцилиндра двустороннего действия с односторонним штоком;
- гидропривода с поступательным движением выходного звена;
- гидропривода с вращательным движением выходного звена;
- гидропривода с двух- и трехлинейными регуляторами расхода.

Схема гидравлическая принципиальная стенда приведена на рисунке 1.

Основными исследуемыми гидромашинами являются шестеренный насос Н1, гидромотор М и гидроцилиндр Ц1. Для создания нагрузки на валу гидромотора используется шестеренный гидронасос Н2 с регулируемым дросселем ДР2 (дроссель ДР2 предназначен для изменения нагрузки на валу гидромотора). Для создания нагрузки на штоке гидроцилиндра Ц1 используются гидроцилиндр Ц2, шестеренный насос Н3 и регулируемый напорный гидроклапан КП2 (гидроклапан КП2 при проведении испытаний работает в режиме переливного клапана и служит для изменения нагрузки на штоке цилиндра). К направляющей и регулирующей аппаратуре стенда (кроме названных выше устройств) относятся вентиль В1, предохранительный клапан КП1, регуляторы расходов РР1, РР2 и РР3, установленные соответственно в линии управления гидромотором М (РР1) и цилиндром Ц1 (РР2 и РР3), регулируемый дроссель ДР1, а также гидрораспределители Р1, Р2, Р3 и Р4. Вентиль В1 предназначен для изменения гидравлического сопротивления на всасывании насоса Н1 (используется при определении кавитационных характеристик насоса). Регулируемый дроссель ДР1 используется при определении рабочих характеристик насоса Н1.

Для привода насосов Н1 и Н2 на стенде установлены два электродвигателя М1 и М2.

В напорной линии насоса Н1 установлен фильтр Ф.

Характеристики устройств:

1) Гидроцилиндр (ГЦ 63.200.16.000): диаметр цилиндра 63 мм, ход штока – 200 мм, диаметр штока – 25 мм;

2) Гидромотор (Г15-21Р): рабочий объем  $V_{\text{ом}} = 11,2 \text{ см}^3$ ; номинальный расход  $Q_{\text{ном}} = 10,8 \text{ л/мин}$ ; номинальное давление  $p_{\text{ном}} = 6,3 \text{ МПа}$ ; номинальная потребляемая мощность  $N_{\text{ном}} = 0,96 \text{ кВт}$ ; номинальный момент на выходном валу  $M_{\text{ном}} = 9,4 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ; полный КПД – 0,87, объемный КПД – 0,91;

3) Насос (НШ10-3): рабочий объем  $V_{\text{он}} = 10 \text{ см}^3$ , объемный КПД – 0,92, полный КПД – 0,8.

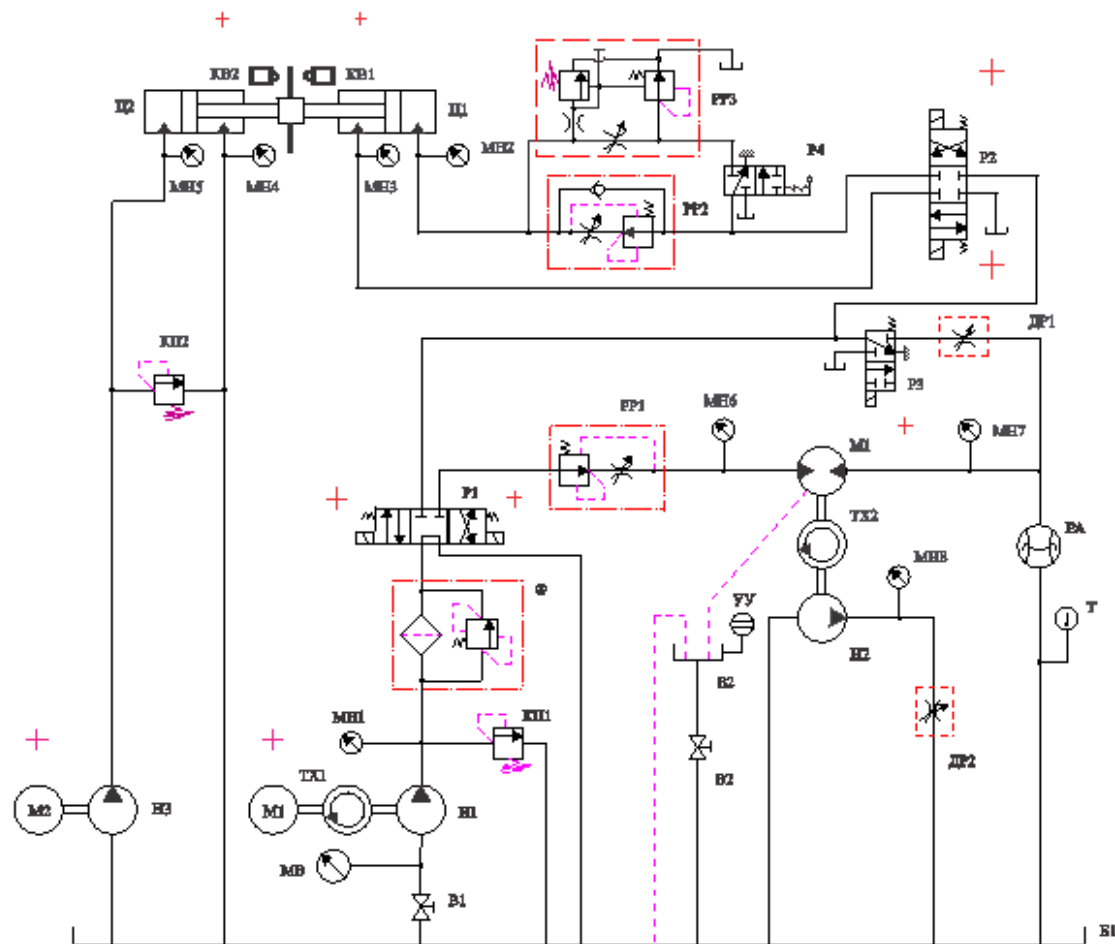


Рис1. Схема гидравлическая принципиальная

Информационно-измерительная система стенда включает восемь манометров (МН1 – МН8), вакуумметр МВ, два расходомера (мерный бачок Б2 с указателем уровня УУ и вентилем В2, скоростной расходомер РА), термометр Т, два электронных тахометра ТХ1 и ТХ2, электронный секундомер, киловаттметр. Концевые выключатели КВ1 и КВ2 предназначены для управления секундомером, используемым в автоматическом режиме для измерения времени выдвижения штока гидроцилиндра Ц1 (тумблер SA3 в положении “АВТ”). Время выдвижения штока цилиндра Ц1 используется в дальнейшем для определения скорости штока.

Общий вид стенда показан на рисунке 2.

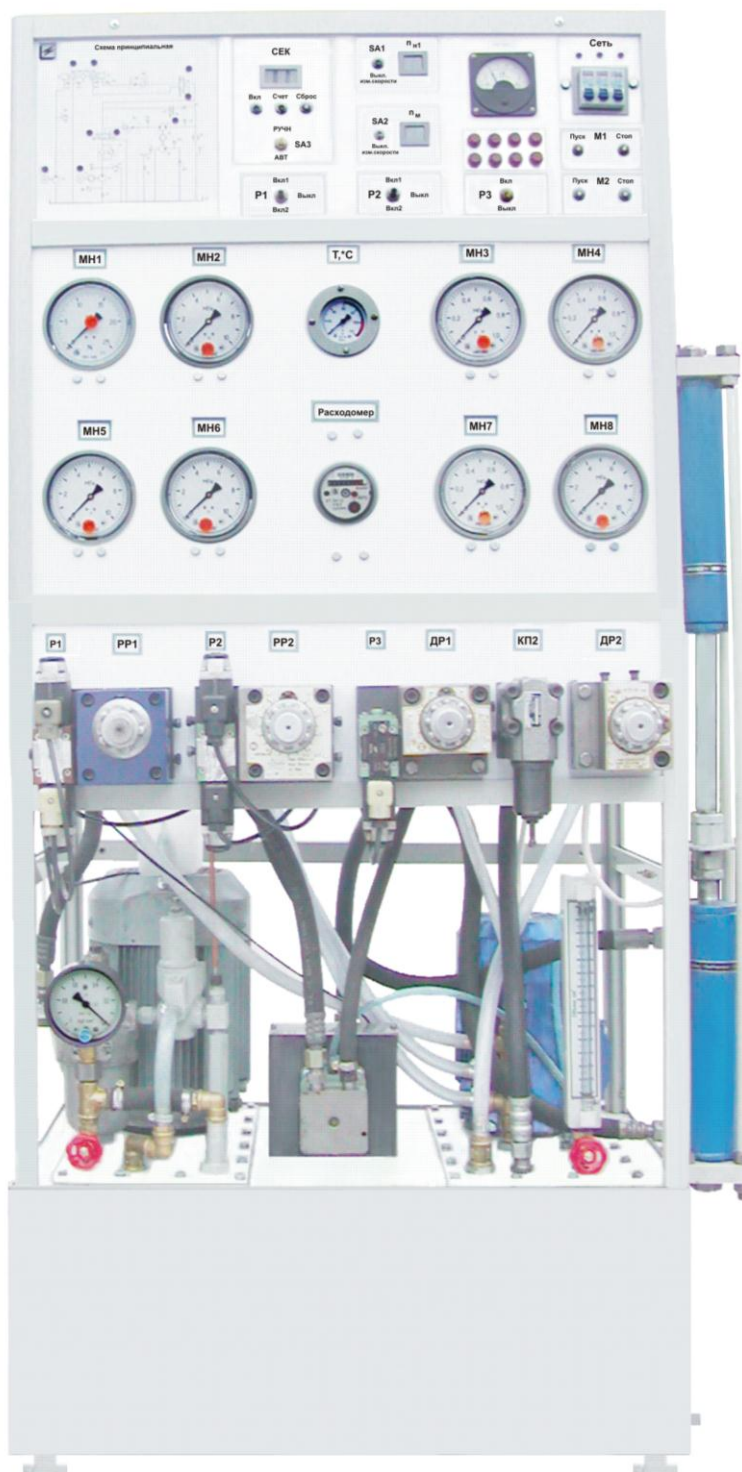


Рисунок 2 - Общий вид стенда

Цилиндр Ц1 установлен снизу. Рабочий ход цилиндра Ц1 – выдвижение штока.

Давление основного насоса Н1 контролируется по манометру МН1.

Напряжение питания электромагнитов гидрораспределителей – 24 В (постоянный ток). Напряжение на концевых выключателях КВ1 и КВ2 – 12 В.

Перед началом работы стенд необходимо заземлить. После подключения стенда к электросети путем кратковременного (1-2 сек.) включения электродвигателей необходимо убедиться в правильности направлений вращения валов электродвигателей (насосов).

Заправочная емкость гидробака Б1 – 50 дм<sup>3</sup>.

Рекомендуемые рабочие жидкости: минеральные масла МГЕ-46В, МГ-30у, М-8В.

## **2 Перечень лабораторных работ, выполняемых на стенде**

### **2.1 Изучение устройства и определение рабочих и кавитационных характеристик шестеренного насоса**

#### **2.1.1 Цель работы:**

- 1) Изучение устройства шестеренного насоса;
- 2) Изучение технических показателей объемных насосов;
- 3) Изучение методики и экспериментальное определение рабочих и кавитационных характеристик насоса.

#### **2.1.2 Экспериментальная часть**

##### **1) Определение рабочих характеристик.**

Включить электропитание стенда, электродвигателя М1, секундомера, тахометра ( $n_{н1}$ ). Тумблер Р1 в положении “ВКЛ1.”, тумблер Р3 в положении “ВКЛ.”, тумблер Р2 в положении “ВЫКЛ.”, вентиль В1 (установлен снизу на баке слева) полностью открыт. Перед включением установки маховик управления регулируемым дросселем ДР1 повернут до упора по часовой стрелке (максимальное проходное сечение дросселя). Опыты проводятся при различных настройках регулируемого дросселя ДР1. При выполнении данной лабораторной работы включается только электродвигатель М1. В каждом опыте необходимо измерять:

- давления по приборам МВ и МН1;
- частоту вращения вала насоса  $n_{н1}$  (для определения частоты вращения в об/с необходимо показание тахометра  $n_{н1}$  делить на 2);
- мощность, подводимую к электродвигателю М1 (по киловаттметру, 1 деление = 25 Вт);
- расход (с помощью расходомера РА и электронного секундомера, тумблер SA3 в положении “РУЧН.”).

##### **2) Определение кавитационных характеристик.**

Тумблеры управления гидрораспределителя должны быть в том же положении, что и в п.1. С помощью регулируемого дросселя ДР1 установить давление в напорной линии насоса по манометру МН1, равное, например, 1 МПа. При различных степенях закрытия вентиля В1 провести серию опытов. В каждом опыте измерять все величины, которые измерялись при определении рабочих характеристик (см. п.1).

В процессе определения кавитационных характеристик первоначальную настройку регулируемого дросселя ДР1 – не изменять.

**Внимание:** При входе в режим кавитации происходит “срыв” подачи насоса. При этом прекращается проток рабочей жидкости через насос и ухудшается его охлаждение и смазка. Поэтому с целью предотвращения преждевременного выхода из строя насос не рекомендуется вводить в режим кавитации. Для этого необходимо следить за стрелкой расходомера: стрелка должна вращаться.

После завершения опытов по определению кавитационных характеристик необходимо **открыть вентиль В1**.

После выполнения всех опытов необходимо отключить электропитание тахометра, секундомера, электродвигателя М1 и стенда.

## 2.2 Изучение устройства и определение характеристик аксиально-поршневого нерегулируемого гидромотора

### 2.2.1 Цель работы:

- 1) Изучение устройства аксиально-поршневого нерегулируемого гидромотора;
- 2) Изучение основных технических показателей гидромоторов;
- 3) Изучение методики и экспериментальное определение характеристик гидромотора.

### 2.2.2 Экспериментальная часть

Включить электропитание стенда, электродвигателя М1, секундомера, тахометра ( $n_H$ ). Тумблер Р1 установить в положение “ВКЛ2.”. Провести 2 – 3 серии опытов при различных настройках регулятора расхода РР1, то есть при различных частотах вращения вала гидромотора (при вращении маховика регулятора расхода РР1 по часовой стрелке расход жидкости, поступающей на вход гидромотора, увеличивается). При вращении вала гидромотора вращается также и вал насоса нагрузки Н2. Уровень нагрузки на валу гидромотора определяется настройкой регулируемого дросселя ДР2.

В каждой серии провести 5 – 6 опытов при различных настройках регулируемого дросселя ДР2 (при повороте маховика регулируемого дросселя по часовой стрелке увеличивается площадь проходного сечения дросселя и нагрузка на валу гидромотора уменьшается).

В каждом опыте необходимо измерять:

- давления по манометрам МН6, МН7 и МН8;
- частоту вращения вала гидромотора  $n_M$ ;

– расход жидкости на выходе гидромотора (измеряется с помощью расходомера РА и электронного секундомера СЕК, при этом тумблер SA3 должен быть установлен в положение “РУЧН”);

– расход утечек из корпуса гидромотора (измеряется с помощью мерного бачка Б2 с указателем уровня УУ и электронного секундомера).

После выполнения всех опытов необходимо отключить электропитание тахометра ( $n_{н1}$ ), секундомера, электродвигателя М1 и стенда.

## **2.3 Изучение устройства и определение характеристик гидроцилиндра**

### **2.3.1 Цель работы:**

- 1) Изучение устройства гидроцилиндров;
- 2) Изучение основных технических показателей гидроцилиндров;
- 3) Изучение методики и экспериментальное определение характеристик гидроцилиндра.

### **2.3.2 Экспериментальная часть**

Включить питание стенда. Тумблер Р1 установить в положение “ВКЛ1.”, тумблер Р3 – в положение “ВЫКЛ”. Вывести маховик управления регулятором РР2 против часовой стрелки (настроить регулятор на минимальный расход). Включить электродвигатели М1 и М2. Включить тумблер Р2 в положение “ВКЛ1.”, при этом шток нижнего цилиндра Ц1 начнет медленно выдвигаться. Если шток не выдвигается, то необходимо маховик управления регулятором РР2 медленно поворачивать по часовой стрелке с тем, чтобы добиться медленного выдвигения штока. Опыты по определению характеристик гидроцилиндра Ц1 желательно проводить при низкой скорости выдвигения штока цилиндра Ц1. При этом увеличится время опыта и легче будет производить необходимые измерения.

Опыты необходимо проводить при различных нагрузках на штоке цилиндра Ц1, что достигается путем изменения давления в поршневой полости цилиндра Ц2. Изменение этого давления осуществляется путем изменения настройки клапана КП2 (при вворачивании регулировочного винта клапана давление (нагрузка) повышается).

При испытаниях гидроцилиндра Ц1 рекомендуется провести три опыта (установить три уровня давлений по манометру МН5: 1, 2, 3 МПа). При установке тумблера Р2 в положение “ВКЛ2.” происходит обратный ход (втягивание) штока гидроцилиндра Ц1. Измерение давлений (по манометрам МН2 – МН5) осуществляется при выдвигении штока цилиндра Ц1 (нижний гидроцилиндр). Втягивание штока цилиндра Ц1 является холостым ходом. Для настройки желаемых режимов работы и приобретения необходимых навыков работы допускается многократное срабатывание цилиндра Ц1.

После выполнения всех опытов необходимо отключить питание электродвигателей М1 и М2 и стенда.

## 2.4 Исследование характеристик объемного гидропривода с поступательным движением выходного звена

### 2.4.1 Цель работы:

- 1) Изучение устройства регулируемого гидропривода с поступательным движением выходного звена (с дроссельным принципом регулирования);
- 2) Экспериментальное определение характеристик гидропривода.

### 2.4.2 Экспериментальная часть.

– Включить питание стенда. Тумблер Р1 установить в положение “ВКЛ1.”, тумблер Р3 в положение “ВЫКЛ.”.

– Включить электродвигатель М2 и установить с помощью клапана КП2 давление в поршневой полости гидроцилиндра Ц2 (по манометру МН5), равное 2 МПа.

– Включить электродвигатель М1 и секундомер и при различных настройках регулятора расхода РР2 провести 5 – 6 опытов. При проведении каждого опыта тумблер Р2 переключать в положение “ВКЛ1.”. При этом шток нижнего цилиндра Ц1 будет выдвигаться, то есть будет происходить рабочий ход, в течение которого следует выполнить все необходимые измерения.

Втягивание штока цилиндра Ц1 (холостой ход) обеспечивается при установке Р2 в положение “ВКЛ2.”.

Первый опыт целесообразно начинать при минимальной скорости выдвигания штока цилиндра Ц1, что достигается поворотом маховика управления регулятором расхода РР2 против часовой стрелки.

Во время проведения каждого опыта необходимо измерять:

- давления по приборам МВ, МН1, МН4 и МН5;
- время выдвигания штока цилиндра Ц1 (для измерения времени необходимо тумблер SA3 переключить в положение “АВТ” и включить питание секундомера);
- мощность на входе электродвигателя М1 (по киловаттметру, 1 деление = 25 Вт);

Перед каждым измерением времени необходимо нажимать кнопку “Сброс” и сбрасывать показание электронного табло секундомера.

Используя время выдвигания штока и зная ход штока, можно вычислить скорость выдвигания штока гидроцилиндра Ц1. Нагрузку на штоке определяют, используя значения давлений, определенные по манометрам МН4 и МН5. Используя значения скорости и нагрузки, вычисляется полезная мощность на штоке цилиндра Ц1. Кроме того, вычисляется мощность, подводимая к гидроприводу (гидронасосу Н1), а затем определяется КПД гидропривода.

После выполнения всех опытов необходимо отключить питание секундомера, электродвигателей М1 и М2 и стенда.

## **2.5 Исследование характеристик объемного регулируемого гидропривода с вращательным движением выходного звена**

### **2.5.1 Цель работы:**

- 1) Изучение устройства объемного регулируемого гидропривода с вращательным движением выходного звена (с дроссельным принципом регулирования);
- 2) Экспериментальное определение характеристик гидропривода.

### **2.5.2 Экспериментальная часть.**

– Включить питание стенда. Включить тумблер управления распределителем Р1 в положение “ВКЛ2.”, регулятор расхода РР1 настроить на максимальный расход, что достигается поворотом маховика по часовой стрелке.

– Уменьшить сопротивление регулируемого дросселя ДР2 (достигается поворотом маховика по часовой стрелке) и включить электродвигатель М1 и тахометр ( $n_{н1}$ ).

– Провести две серии опытов (при двух настройках регулятора расхода РР1, то есть при двух значениях частоты вращения вала гидромотора). Первая серия опытов проводится при максимально возможной частоте вращения вала гидромотора, а вторая серия опытов проводится при уменьшенной примерно в два раза частоте вращения.

– В каждой серии провести по 5 – 6 опытов. При переходе от одного опыта к другому необходимо увеличивать нагрузку на валу гидромотора (достигается путем увеличения сопротивления дросселя ДР2 поворотом маховика против часовой стрелки). Нагрузку на валу гидромотора следует изменять таким образом, чтобы избежать полного останова его вала.

В каждом опыте необходимо измерять:

– давления по приборам МВ, МН1, МН6, МН7 и МН8;

– частоту вращения  $n_m$  ;

– мощность, подводимую к электродвигателю М1 (по киловаттметру).

Для получения частоты вращения в об/с ( $c^{-1}$ ) показание цифрового табло тахометра необходимо делить на 2.

После проведения экспериментов необходимо отключить питание электродвигателя М1, тахометра ( $n_{н1}$ ), стенда.

## **2.6 Исследование эффективности использования двух- и трехлинейных регуляторов расхода в регулируемом гидроприводе**

### **2.6.1 Цель работы:**

- 1) Изучение устройства двух- и трехлинейных регуляторов расхода;
- 2) Проведение сравнительных испытаний гидроприводов с поступательным движением выходного звена, содержащих: в первом случае – двухлинейный регулятор расхода, а во втором случае – трехлинейный регулятор расхода;
- 3) Оценка преимуществ от использования трехлинейного регулятора расхода.

### 2.6.2 Экспериментальная часть.

Включить электропитание стенда, электродвигателей М1 и М2, секундомера.

Провести две серии опытов. Во всех случаях исследуется рабочее движение – выдвигание штока гидроцилиндра Ц1. В первой серии опытов рабочая жидкость в поршневую полость гидроцилиндра Ц1 поступает через двухлинейный регулятор расхода с обратным клапаном РР2, а при выполнении второй серии опытов жидкость в поршневую полость цилиндра поступает через трехлинейный регулятор расхода РР3.

Тумблер Р1 установить в положение “ВКЛ1.”, тумблер Р3 в положение “ВЫКЛ.”.

Первая серия опытов проводится при различных настройках регулятора расхода РР2. При этом рукоятка управления распределителя Р4 должна находиться в положении «О»(нейтральное положение), а маховик управления регулятором расхода РР3 необходимо полностью вывести против часовой стрелки. Первая серия опытов проводится по методике, изложенной в п. 2.4.2 (если лабораторная работа (п. 2.4) выполнена к моменту выполнения данной работы, то первую серию опытов допускается не проводить, а воспользоваться имеющимися результатами).

При проведении второй серии опытов маховик управления регулятором расхода РР2 необходимо до ограничения вывести против часовой стрелки, а рукоятку управления гидрораспределителем необходимо переместить в положение «I». Далее необходимо при различных настройках трехлинейного регулятора расхода РР3 провести 5 – 6 опытов. При проведении каждого опыта тумблер Р2 переключать в положение “ВКЛ1.”. При этом шток нижнего цилиндра Ц1 будет выдвигаться, то есть будет происходить рабочий ход, в течение которого следует выполнить все необходимые измерения.

Втягивание штока цилиндра Ц1 (холостой ход) обеспечивается при установке Р2 в положение “ВКЛ2.”.

Первый опыт целесообразно начинать при минимальной скорости выдвигания штока цилиндра Ц1, что достигается поворотом маховика управления регулятором расхода РР2 против часовой стрелки.

Во время проведения каждого опыта необходимо измерять:

- давления по приборам МВ, МН1, МН4 и МН5;
- время выдвигания штока цилиндра Ц1 (для измерения времени необходимо тумблер SA3 переключить в положение “АВТ” и включить питание секундомера);
- мощность на входе электродвигателя М1 (по киловаттметру, 1 деление = 25 Вт);

Перед каждым измерением времени необходимо нажимать кнопку “Сброс” и сбрасывать показание электронного табло секундомера.

Используя время выдвигания штока и зная ход штока, можно вычислить скорость выдвигания штока гидроцилиндра Ц1. Нагрузку на штоке определяют, используя значения давлений, определенные по манометрам МН4 и МН5. Используя значения скорости и нагрузки, вычисляется полезная мощность на штоке цилиндра Ц1. Кроме того, вычисляется мощность, подводимая к гидроприводу (гидронасосу Н1), а затем определяется КПД гидропривода.

Для определения мощности, подводимой к гидроприводу, показания ваттметра необходимо умножить на КПД электродвигателя (0,82).

После выполнения всех опытов необходимо отключить питание секундомера, электродвигателей М1 и М2 и стенда.