

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

**Кафедра тракторов, автомобилей
и машин для природообустройства**

В. А. Белоусов, А. Л. Казаков

ГИДРОПРИВОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОЦИЛИНДРА И ГИДРОПРИВОДА С ПОСТУПАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ВЫХОДНОГО ЗВЕНА

*Методические указания по выполнению лабораторной
работы для студентов обучающихся по специальностям
1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов
сельскохозяйственного производства, 1-74 06 01 Техническое
обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ*

**Горки
БГСХА
2020**

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра тракторов, автомобилей
и машин для природообустройства

В. А. Белоусов, А. Л. Казаков

ГИДРОПРИВОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОЦИЛИНДРА И ГИДРОПРИВОДА С ПОСТУПАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ВЫХОДНОГО ЗВЕНА

*Методические указания по выполнению лабораторной
работы для студентов обучающихся по специальностям
1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов
сельскохозяйственного производства, 1-74 06 01 Техническое
обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ*

Горки
БГСХА
2020

УДК 621.4:629.114.2

*Рекомендовано методической комиссией
факультета механизации сельского хозяйства.
Протокол № 1 от 25 сентября 2019 г.*

*Авторы:
кандидаты технических наук, доценты В. А. Белоусов, А. Л. Казаков*

*Рецензент:
кандидат технических наук, доцент В. Г. Ковалев*

Экспериментальное исследование гидроцилиндра и гидропривода с поступательным движением выходного звена: методические указания по выполнению лабораторной работы / В. А. Белоусов, А. Л. Казаков. – Горки : БГСХА, 2020. – 16 с.

Изложено краткое описание стенда для проведения экспериментальных исследований объемного гидропривода, а также порядок экспериментальных исследований гидроцилиндра и гидропривода с поступательным движением выходного звена.

Для студентов обучающихся по специальностям 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства, 1-74 06 01 Техническое обеспечение мелиоративных и водохозяйственных работ.

© УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», 2020

1. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА

Испытания объемного гидропривода производятся на лабораторном стенде НТЦ-11.36.1 «Гидромашины и гидроприводы».

Стенд предназначен для проведения следующих 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 трехлинейным регуляторами расхода.

Общий вид стенда показан на рис. 1.

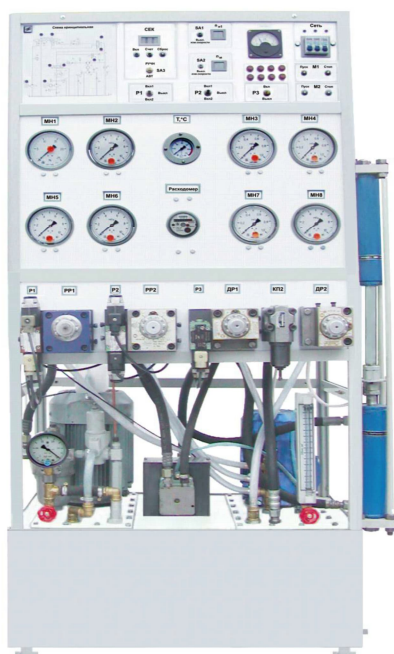


Рис. 1. Общий вид стенда НТЦ-11.36.1 «Гидромашины и гидроприводы»

Схема гидравлическая принципиальная стенда приведена на рис. 2.

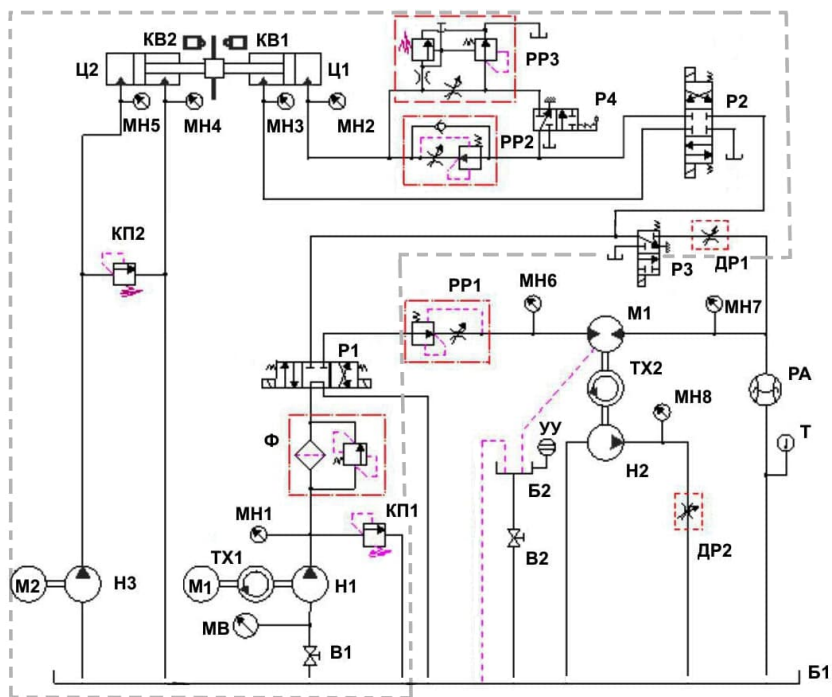


Рис. 2. Схема гидравлическая принципиальная стенда «Гидромашины и гидроприводы»

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 ли-

нии управления гидромотором М1 (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 $D = 63$ мм, ход штока $L = 200$ мм, диаметр штока $d = 25$ мм;

2) Гидромотор (Г15-21Р): рабочий объем $q_m = 11,2$ см³ (0,0112 дм³); номинальный расход $Q_{ном} = 10,8$ л/мин; номинальное давление $p_{ном} = 6,3$ МПа; номинальная потребляемая мощность $N_{ном} = 0,96$ кВт; номинальный момент на выходном валу $M_{ном} = 9,4$ Н·м; полный КПД – 0,87, объемный КПД – 0,91;

3) Насос (НШ10-3): рабочий объем $q_n = 10$ см³ (0,01 дм³), объемный КПД – 0,92, полный КПД – 0,8.

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.

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.

Объем гидробака Б1 составляет 50 дм³. Рекомендуемые рабочие жидкости: минеральные масла МГЕ-46В, МГ-30у, М-8В.

2. ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ГИДРОЦИЛИНДРА

2.1 Цель работы

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

2.2 Изучение конструкции гидроцилиндров мобильных машин

В объемных гидродвигателях энергия потока подводимой жидкости преобразуется в рабочих камерах изменяющегося объема с помощью сил гидростатического давления в механическую энергию движущегося выходного звена (поступательно движущегося штока, плунжера или вращающегося вала). В зависимости от назначения и принципа действия различают следующие виды объемных гидродвигателей: гидроцилиндры, диафрагменные гидродвигатели, вибраторы, порворотные гидродвигатели, гидромоторы.

Гидроцилиндром называется поршневой гидродвигатель с возвратно-поступательным движением выходного звена (штока или плунжера).

В гидроцилиндре одностороннего действия (рис. 2.1, *а, б, в*) движение выходного звена под давлением рабочей жидкости возможно только в одном направлении, а возврат его в исходное положение производится под действием сжатой пружины или силы тяжести рабочего органа. При небольших усилиях F_n (до 10 кН) применяются плунжерные гидроцилиндры (рис. 2.1, *б*), при более значительных – поршневые (рис. 2.1, *а*).

Телескопический гидроцилиндр (рис. 2.1, *в*) применяется при необходимости подъема рабочего органа на большую высоту. При подаче рабочей жидкости в подпоршневое пространство происходит последовательное выдвигание поршней: сначала самого большего диаметра, затем каждого последующего по величине.

В гидроцилиндре двухстороннего действия (рис. 2.1, *г, д*) движение выходного звена (штока) под давлением рабочей жидкости возможно в двух противоположных направлениях. В гидроцилиндре с односторонним штоком (рис. 2.1, *г*) различают две полости: штоковую, в кото-

рой перемещается шток, и бесштоковую, в которой шток отсутствует. Так как площадь живого сечения потока жидкости в штоковой полости значительно меньше, чем в бесштоковой, то при одном и том же расходе скорость штока при втягивании будет соответственно больше, чем при выдвигении. В гидроцилиндре с двухсторонним одинаковым штоком (рис. 2.1, д) скорости движения штока влево и вправо при одном и том же расходе одинаковы.

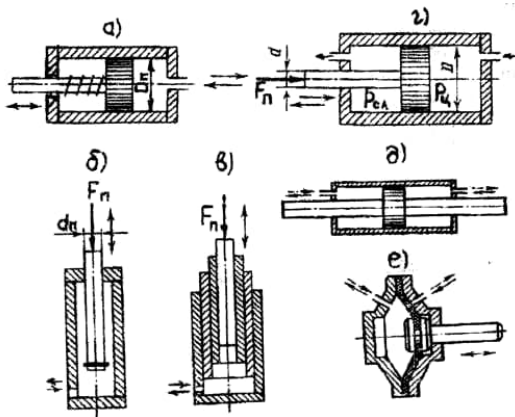


Рис. 2.1 Гидродвигатели возвратно-поступательного движения

На рис. 2.1, е представлена конструктивная схема диафрагменного гидродвигателя двухстороннего действия, в котором роль поршня играет эластичная диафрагма, обеспечивающая поступательное движение штока на нужную величину за счет прогиба под давлением жидкости.

Промышленностью выпускается весьма многообразная номенклатура гидроцилиндров, различающихся назначением, конструктивным исполнением, диаметром поршня, диаметром и ходом штока, используемым давлением жидкости.

В качестве примера на рис. 2.2 представлена конструкция гидроцилиндра двустороннего действия с односторонним штоком. Основной его деталью является корпус (гильза) с внутренней обработанной поверхностью. Внутри корпуса перемещается шток из закаленной стали марки 35 или 45 с твердостью не менее HRC 25...30. Наружная поверхность штока обычно хромируется. На внутренний конец штока посажен поршень со стопорным кольцом 8 и гайкой. На второй конец

штока обычно навинчивается или приваривается проушина, которая соединяется с рабочим органом. Направление перемещению штока создает передняя крышка – букса. В крышке помещены уплотнения для штока и грязесъемник. На втором конце корпуса закреплена задняя крышка с проушиной для крепления гидроцилиндра. В корпусе имеются отверстия для подвода и отвода рабочей жидкости.

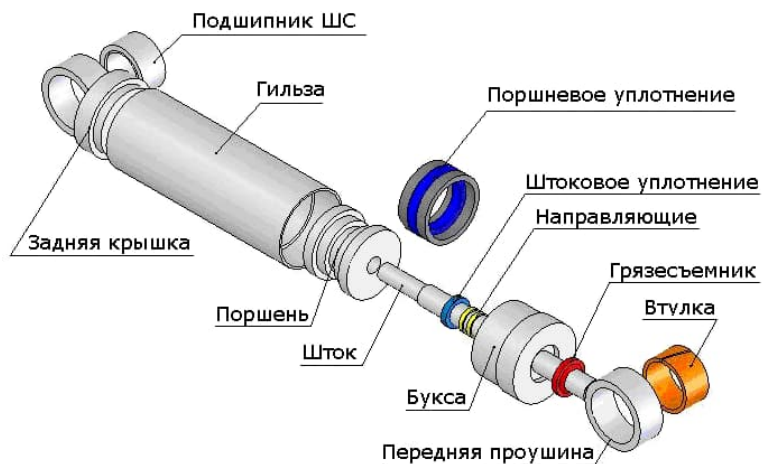


Рис. 2.2 Гидроцилиндр двустороннего действия с односторонним штоком

Важными элементами гидроцилиндра являются уплотнения подвижных частей (поршня, штока), утечки жидкости через которые, в особенности наружу из гидроцилиндра, не допускаются. Поэтому объемный к. п. д. гидроцилиндров очень близок к единице. В качестве уплотнений применяются резиновые кольца 1 и манжеты 3 (рис. 2.3). Чаще всего применяются кольца круглого сечения. Размеры канавок для них выбираются из следующих соотношений: ширина $b = (1,3 \dots 1,5)d$; высота $h = 0,8d$; внутренний диаметр кольца $D_k = D_1 - 0,1d$.

Для того, чтобы при движении поршня резиновые кольца не втягивались в зазор и не разрушались, величина зазора должна быть 0,1 мм при давлении рабочей жидкости $p < 10$ МПа и 0,06 мм при $p > 10$ МПа. При $p > 20$ МПа дополнительно, со стороны противоположной рабочей полости, устанавливается рядом с кольцом 1 предохранительная шайба 2 (рис. 2.3, а); в гидроцилиндре двустороннего действия такие шайбы устанавливаются по обеим сторонам резинового кольца. Шайбы изго-

тавливаются из твердой синтетической резины или из фторопласта толщиной 1...2 мм.

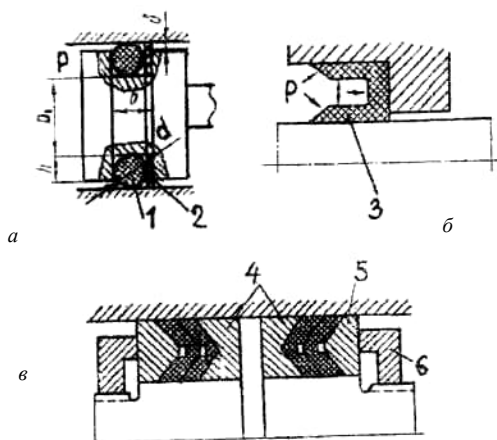


Рис. 2.3 Уплотнения подвижных соединений гидроцилиндров: а) кольцевое уплотнение; б) U-образная манжета; в) V-образная манжета: 1 – кольцо резиновое; 2 – шайба предохранительная; 3 – манжета; 4 – кольцо опорное; 5 – кольцо распорное; 6 – гайка

Манжета 3 (рис. 2.3, б) представляет собой упругое фигурное кольцо, которое прижимается давлением рабочей жидкости к соответствующим деталям и оказывает надежное уплотняющее действие.

Формы сечения манжет разнообразны, но наиболее распространенными являются U-образные (рис. 2.3, б) и V-образные (шеvronные) манжеты (рис. 2.3, в). Эти типы манжет широко применяются для герметизации узлов с прямолинейным и вращательным движением при давлении рабочей жидкости до 35 МПа.

Манжета обычно обеспечивает одностороннее уплотнение, поэтому в гидроцилиндрах двухстороннего действия применяются две манжеты, которые устанавливаются на поршне так, как показано на рис. 2.2. При этом для улучшения начального контакта манжеты с уплотняемыми поверхностями и удобства монтажа уплотнительного узла применяются манжетодержатели. С этой же целью в шевронных уплотнениях (см. рис. 2.3, в) используются опорные 4 и распорные 5 кольца, затяжка которых производится гайкой 6.

Ход поршня ограничен крышками гидроцилиндра. Жесткий удар поршня о крышку предотвращается с помощью тормозного устройства

(демпфера). Демпферы применяются в гидроцилиндрах, имеющих $v_{п} > 0,3$ м/с и большую массу связанного с поршнем рабочего оборудования. Принцип действия демпфера заключается в том, что в конце хода поршня отсекается определенный объем жидкости и пропускается через дроссельное отверстие малого сечения. При этом поглощается кинетическая энергия движущихся масс, и поршень плавно останавливается. Одна из конструкций демпферов представлена на рис. 2.4, а. В крышке гидроцилиндра выполнено углубление 4, которое входит выступ 2 поршня 1 в конце его хода. При этом объем 3 жидкости между поршнем и крышкой медленно вытесняется через регулируемый дроссель 5 в канал 6 выхода в сливной трубопровод.

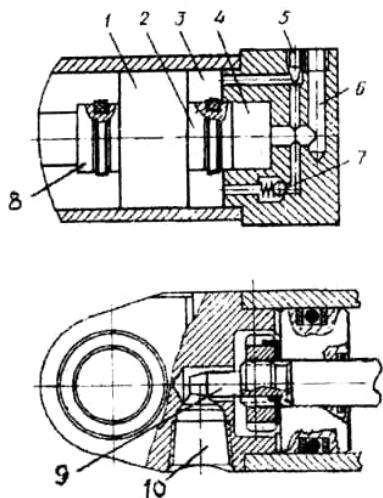


Рис. 2.4. Демпферы гидроцилиндров:

- а – демпфер с дросселем: 1 – поршень; 2 – выступ поршня;
 3 – запираемый объем; 4 – углубление в крышке; 5 – дроссель;
 6 – сливной канал; 7 – клапан обратный; 8 – выступ на штоке;
 б – простейший демпфер: 9 – выступ на поршне; 10 – канал сливной

Создаваемое при этом противодействие тормозит движение поршня. В начале обратного хода поршня жидкость в гидроцилиндр поступает из канала 6 через обратный клапан 7, а затем при выходе выступа из углубления – через отверстие в центре крышки.

Аналогичный демпфер устроен во второй крышке гидроцилиндра, для работы которого используется выступ 8 на штоке.

В демпфере, изображенном на рис. 2.4, б, отсеченный выступом 9 объем жидкости между поршнем и крышкой медленно выдавливается через кольцевую щель в сливной канал 10, при этом сопротивление перетеканию жидкости тормозит поршень и плавно снижает его скорость.

2.3 Порядок выполнения экспериментальной части

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 выдвигания штока. Опыты по определению характеристик гидроцилиндра Ц1 желательно проводить при низкой скорости выдвигания 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 выдвигании 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.

Контрольные вопросы

1. По каким признакам классифицируются гидроцилиндры?

2. какие конструкционные материалы применяют для изготовления корпуса гидроцилиндра и его штока?

3. Укажите назначение и перечислите варианты конструкции уплотнений гидроцилиндров.

4. Каково назначение и принцип действия демпферного устройства?

3. ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ОБЪЕМНОГО ГИДРОПРИВОДА С ПОСТУПАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ ВЫХОДНОГО ЗВЕНА

3.1 Цель работы

1. Изучение устройства регулируемого гидропривода с поступательным движением выходного звена (с дроссельным принципом регулирования).

2. Экспериментальное определение характеристик гидропривода.

3.2 Порядок выполнения экспериментальной части

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 тумблера 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, МН2, МН3, МН4 и МН5;

– время выдвижения 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 выдвижения штока и зная ход штока, можно вычислить скорость $v_{ш}$ выдвижения штока гидроцилиндра Ц1. Нагрузку на штоке $F_{ш}$ определяют, используя значения давлений, определенные по манометру МН2. Используя значения скорости и нагрузки, вычисляется полезная мощность $N_{п}$ на штоке цилиндра Ц1. Кроме того, вычисляется мощность, подводимая к гидроприводу (гидронасосу Н1) $N_{эд}$, а затем определяется КПД гидропривода η .

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

3.3 Обработка и анализ результатов исследований

Все параметры полученных измерений записываются в таблицу 1.

Усилие на штоке гидроцилиндра Ц2 определим по зависимости, H :

$$F_{ц2} = (P_5 \cdot S_{ц2} + P_4 \cdot S_{ш2}) \cdot \eta_{ц},$$

где $S_{ц2}$ – площадь поршня в полости нагнетания, $м^2$;

$S_{ш2}$ – площадь поршня в полости слива, $м^2$;

$\eta_{ц}$ – коэффициент учитывающий потери при перемещении поршня

и штока ($\eta_{ц} = 0,85 \dots 0,95$).

$$S_{ц2} = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$S_{ш2} = \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4$$

где D – диаметр цилиндра, $м$;

d – диаметр штока, $м$.

Аналогично определяем усилие на штоке гидроцилиндра Ц1, H :

$$F_{ц1} = (P_5 \cdot S_{ц1} + P_4 \cdot S_{ш1}) \cdot \eta_{ц},$$

где $S_{ц1}$ – площадь поршня в полости нагнетания, $м^2$;

$S_{ш1}$ – площадь поршня в полости слива, $м^2$;

η_u – коэффициент учитывающий потери при перемещении поршня

и штока ($\eta_u = 0,85 \dots 0,95$).

$$S_{цл} = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$S_{шт} = \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4$$

где D – диаметр цилиндра, $м$;

d – диаметр штока, $м$.

Т а б л и ц а 1. **Результаты измерений**

№ п.п	Показания приборов	1 серия					2 серия				
		Номер опыта					Номер опыта				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	Манометр МН1 – P_1 , МПа										
2	Манометр МН2 – P_2 , МПа										
3	Манометр МН3 – P_3 , МПа										
4	Манометр МН4 – P_4 , МПа										
5	Манометр МН5 – P_5 , МПа										
6	Вакуумметр МВ – $P_{МВ}$, кПа										
7	Обороты вала гидронасоса – $n_{н1}$, об/с										
8	Мощность на валу электродвигателя гидронасоса – $N_{э,н}$, кВт										
9	Время по секундомеру – t , с										
10	Ход штока – L , м										
11	Температура – T , °С										

Скорость выдвигения штока $V_{цл}$, м/с:

$$V_{цл} = L / t.$$

Полезная мощность, $N_{n. Ц1}$, *Вт*:

$$N_{n. Ц1} = F_{Ц2} \cdot V_{Ц1}.$$

КПД гидропривода, $\eta_{гп}$, %:

$$\eta_{гп} = N_{n. Ц1} \cdot 10^5 / N_{э.н}.$$

Результаты расчетов всех вышеприведенных показателей по каждому опыту записываются в таблицу 2.

Т а б л и ц а 2. Результаты обработки опытных данных

Наименования величин	1 серия					2 серия				
	Номер опыта					Номер опыта				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Усилие на штоке гидроцилиндра Ц1 – $F_{Ц1}$, <i>Н</i>										
Усилие на штоке гидроцилиндра Ц2 – $F_{Ц2}$, <i>Н</i>										
Скорость выдвигения штока – $V_{Ц1}$ <i>м/с</i>										
Полезная мощность – $N_{n. Ц1}$, <i>Вт</i>										
КПД гидропривода – $\eta_{гп}$, %										

По результатам расчетов проводится анализ и строятся графические зависимости (характеристики) КПД гидропривода и полезной мощности от усилия на штоке гидроцилиндра.

Контрольные вопросы

1. Расскажите порядок проведения исследований объемного гидропривода с поступательным движением выходного звена.
2. Как определить усилие на штоке гидроцилиндра?
3. Как определить КПД гидропривода?

ЛИТЕРАТУРА

1. Лепешкин А. В. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник: в 3ч. Часть 2. Гидравлические машины и гидропневмопривод / А. В. Лепешкин, А. А. Михайлин, А. А. Шейпак – 3-е изд. – М.: МГИУ, 2005. – 352 с.
2. Гидропривод сельскохозяйственной техники : пособие / В. С. Лахмаков [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2009. – 164 с.
3. Гидравлика, гидромашин и гидроприводы / Т. М. Башта [и др.]. – М.: Машиностроение, 1982. – 423 с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Краткое описание стенда для проведения исследований объемного гидропривода.....	3
2. Изучение устройства и определение характеристик гидроцилиндра.....	6
2.1. Цель работы.....	6
2.2. Изучение устройства гидроцилиндров мобильных машин.....	6
2.3. Порядок выполнения экспериментальной части.....	11
Контрольные вопросы.....	11
3. Исследование характеристик объемного гидропривода с поступательным движением выходного звена.....	12
3.1. Цель работы.....	12
3.2. Порядок выполнения экспериментальной части.....	12
3.3. Обработка и анализ результатов исследований.....	13
Контрольные вопросы.....	14
Литература.....	15

Учебное издание

Белоусов Владимир Анатольевич
Казakov Андрей Леонидович

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ
ГИДРОЦИЛИНДРА
И ГИДРОПРИВОДА С ПОСТУПАТЕЛЬНЫМ ДВИЖЕНИЕМ
ВЫХОДНОГО ЗВЕНА

Методические указания по изучению дисциплины
и выполнению лабораторной работы

Редактор *О. Г. Толмачева*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор

Подписано в печать 19. 11. 2019. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. .
Тираж 75 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ №1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки