

*Проект «Инженерные кадры Зауралья»*

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Курганский государственный университет»

Кафедра «Энергетика и технология металлов»

**ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ ОБЪЕМНОГО  
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине «Гидравлические и пневматические системы»  
для студентов направления 190600.62

Курган 2014

Кафедра энергетики и технологии металлов

Дисциплина: «Гидравлические и пневматические системы»  
(направление 190600.62).

Составил: канд. техн. наук, доц. В.А. Савельев.

Утверждены на заседании кафедры «26» октября 2013 г.

Рекомендованы методическим советом университета в рамках проекта  
«Инженерные кадры Зауралья» «22» ноября 2013 г.

## Лабораторная работа

### Изучение принципа работы объемного гидравлического привода

**Цель работы:** изучить назначение, устройство и работу гидропневмопривода на примере гидросхемы гибочной машины.

#### Введение

Гидравлические и пневматические приводы широко распространены в автотранспортной технике и её техническом обслуживании. Все системы автомобиля представляют собой гидравлические и пневматические системы (системы питания топливом, охлаждения, смазки, отвода отработанных газов). При обслуживании автомобилей гидропневмоприводы также находят применение (мойка, очистка, разборка и сборка машин и агрегатов и т.д.).

#### 1 Основные положения и определения

Под гидропневмоприводом понимают совокупность устройств, предназначенных для приведения в движение механизмов и машин посредством рабочей жидкости под давлением.

Гидропневмопривод, содержащий объемные гидромашины, называется объемным.

Принцип действия объемного гидропривода основан на практической несжимаемости капельной жидкости и передаче давления по закону Паскаля. Этот принцип наглядно иллюстрируется схемой на рисунке 1 простейшего объемного привода. Два цилиндра 1 и 2 заполнены жидкостью и соединены трубопроводом. Поршень цилиндра 1 под действием силы  $F_1$  перемещается вниз, вытесняя жидкость из цилиндра 1 в цилиндр 2. Если пренебречь потерями давления в системе, то по закону Паскаля, давление в цилиндрах 1 и 2 будет одинаковым:

$$P = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_2}{S_2},$$

где  $S_1$  и  $S_2$  - площади поршней цилиндров 1 и 2.

Учитывая практическую несжимаемость жидкости, можно записать:

$$h_1 \cdot S_1 = h_2 \cdot S_2 \text{ или } v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2.$$

Мощность, затрачиваемая на перемещение поршня в цилиндре 1, выражается соотношением

$$N = F_1 \cdot v_1 = P \cdot S_1 \cdot v_1.$$

Так как величина  $S_1 \cdot v_1$  является расходом жидкости  $Q$ , то условие передачи энергии можно представить в виде

$$F_1 \cdot v_1 = P \cdot Q = F_2 \cdot v_2,$$

где  $PQ$  – мощность потока;

$F_2 \cdot v_2$  – мощность, развиваемая поршнем цилиндра 2, т.е. работа выходного звена системы, отнесенная к единице времени.

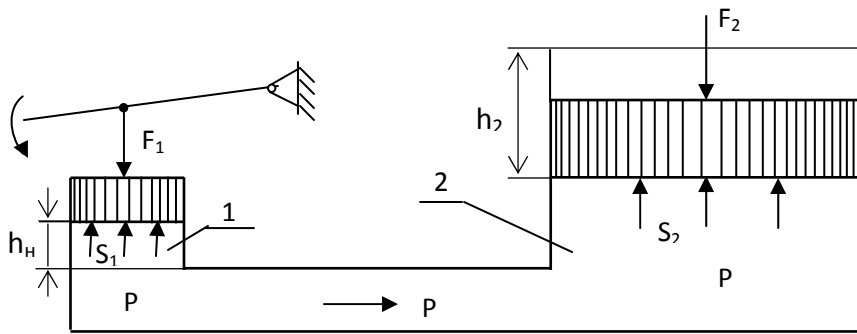


Рисунок 1 – Схема простейшего объемного гидропривода

В состав объемного гидропривода входят источник энергии – объемный гидронасос, объемный гидродвигатель (исполнительный механизм), гидроаппаратура (устройства управления) и вспомогательные устройства (кондиционеры, фильтры и др.).

По виду источника энергии гидроприводы делятся на три типа.

1 Насосный гидропривод – это гидропривод, в котором рабочая жидкость подается в гидродвигатель объемным насосом, входящим в состав этого привода. В зависимости от характера циркуляции рабочей жидкости насосные гидроприводы бывают с замкнутым потоком (жидкость от гидродвигателя поступает во всасывающую гидролинию насоса) и с разомкнутым (жидкость от гидродвигателя поступает в гидробак).

2 Аккумуляторный гидропривод – гидропривод, в котором рабочая жидкость подается в гидродвигатель от предварительно заряженного гидроаккумулятора. Такие гидроприводы используются в системах с кратковременным рабочим циклом.

3 Магистральный гидропривод – гидропривод, в котором рабочая жидкость подается в гидродвигатель от магистрали. Поток рабочей жидкости в гидромагистрали создается насосной станцией, питающей несколько гидроприводов (централизованная система питания).

По характеру движения выходного звена различают следующие объемные гидроприводы:

а) поступательного движения – с поступательным движением выходного звена;

б) поворотного движения – с поворотным движением выходного звена на угол менее  $360^\circ$ ;

в) вращательного движения – с вращательным движением выходного звена гидродвигателя.

Гидроприводы, в которых скорость выходного звена гидродвигателя может изменяться по заданному закону, называются управляемыми.

По способу регулирования скорости гидроприводы делятся на следующие два типа:

1 С дроссельным управлением – регулирование скорости осуществляется путем дросселирования потока рабочей жидкости и отвода части потока, минуя гидродвигатель.

2 С машинным (объемным) управлением – регулирование скорости происходит за счет изменения рабочих объемов насоса или гидродвигателя, или обеих гидромашин одновременно.

Регулирование скорости выходного звена может осуществляться

- вручную – гидропривод с ручным управлением;
- по заданной программе – программный гидропривод.

Если в гидроприводе скорость выходного звена поддерживается постоянной при изменении внешних воздействий, то такой гидропривод называется стабилизированным.

Управляемый гидропривод, в котором движение выходного звена изменяется по определенному закону в зависимости от задаваемого воздействия, величина и характер которого заранее известны, называется следящим.

Управляемые гидроприводы широко применяются в качестве приводов станков, дорожных и строительных машин, прокатных станов, прессового и линейного оборудования, транспортных и сельскохозяйственных машин.

Широкое распространение гидроприводов объясняется их следующими достоинствами:

- 1) создание больших передаточных чисел и бесступенчатое регулирование скорости и усилий в широком диапазоне;
- 2) высокая удельная мощность – малая масса, приходящаяся на единицу передаваемой мощности ( $1, 2 \div \text{кг на } 1 \text{ кВт}$ );
- 3) малая инерционность, обеспечивающая быструю смену режимов;
- 4) простота и надежность предохранения гидропривода от перегрузок при заданном режиме работы.

## **2 Рабочие жидкости объемных гидроприводов**

Рабочие жидкости объемных гидроприводов должны иметь хорошие смазывающие свойства по отношению к материалам трущихся пар и уплотнений, малое изменение вязкости в диапазоне рабочих температур, высокий объемный модуль упругости, малое давление насыщенных паров и высокую температуру кипения; быть нейтральными к материалам гидравлических агрегатов и защитным покрытиям; обладать высокой механической стойкостью, стабильностью характеристик в процессе хранения и эксплуатации; быть пожаробезопасными, нетоксичными, иметь хорошие диэлектрические свойства. Указанным требованиям удовлетворяют минеральные масла (индустриальное, турбинное, веретенное с различными

присадками) и синтетические жидкости на кремнийорганической основе (силиконовые) ВТУ МХН, которые и применяются в настоящее время в качестве рабочих жидкостей объемных гидроприводов, используемых в общем машиностроении.

### 3 Циклограмма работы гидропривода

Для выбора рационального способа обеспечения последовательности работы механизмов, синхронизации их движения задается циклограмма.

В реальном цикле некоторые элементы могут отсутствовать (например, может отсутствовать ускоренный ход, пауза и т.д.).

Пример циклограммы работы привода станка с гидравлическим зажимом детали приведен на рисунке 2.

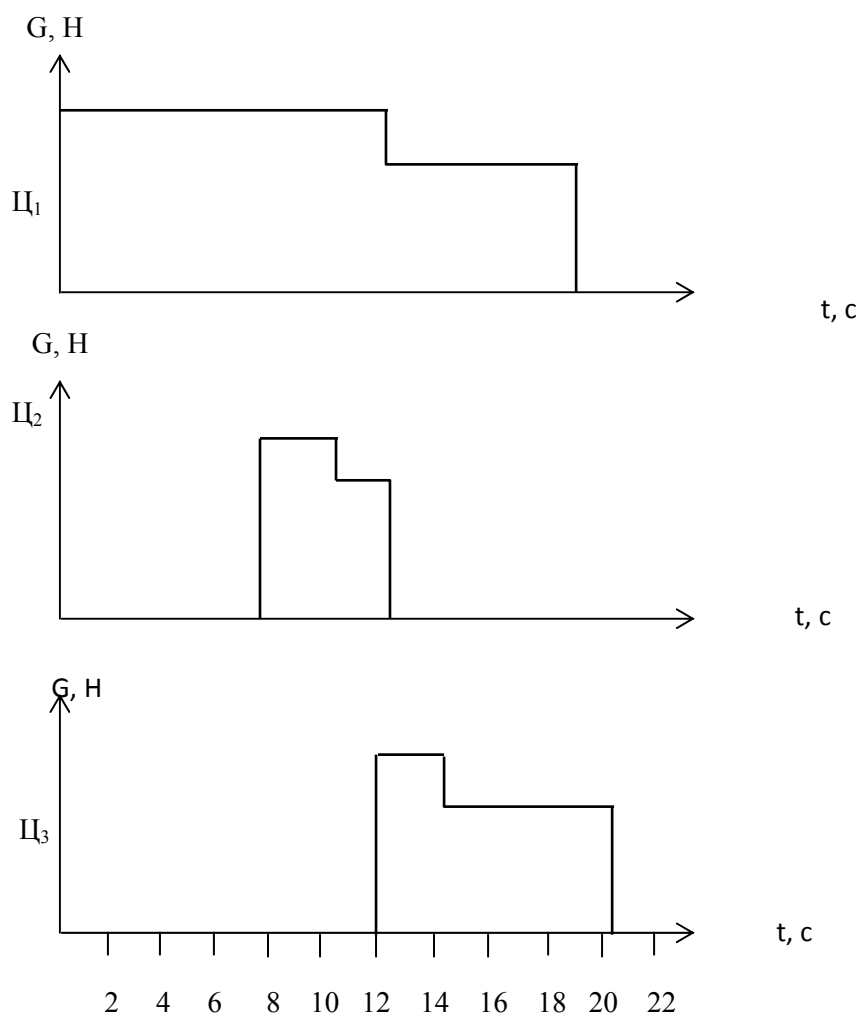


Рисунок 2 – Циклограмма

Циклограмма характеризует деятельность и последовательность работы всех гидрофицированных механизмов в виде таблиц или графиков. Типовой цикл движения рабочего органа механизма содержит следующие элементы:

- трогание с места;
- разгон до скорости холостого хода;

- ускорение движения без рабочей нагрузки;
- торможение до скорости рабочего хода;
- движение под рабочей нагрузкой;
- трогание с места;
- реверс .

В реальном цикле некоторые элементы могут отсутствовать (например, может отсутствовать ускоренный ход, пауза и т.д.).

#### 4 Конструктивная схема гибочной машины

Работа гибочной машины происходит следующим образом: шток первого цилиндра фиксирует деталь неподвижно. Затем поршень второго цилиндра осуществляет подгибку детали, а поршень третьего цилиндра со специальным пуансоном выполняет окончательное формирование требуемого профиля (рисунок 3).

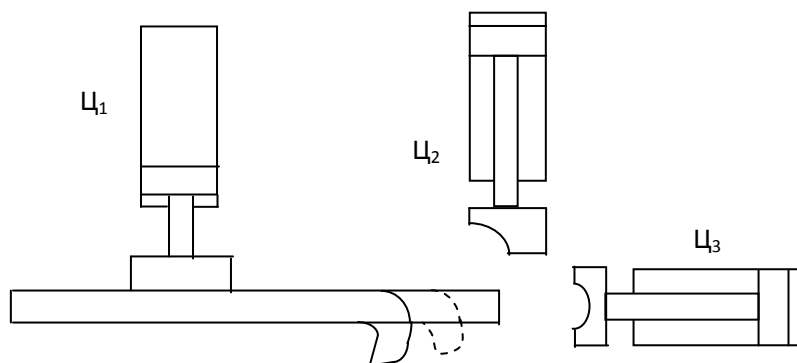


Рисунок 3 – Схема работы гибочной машины

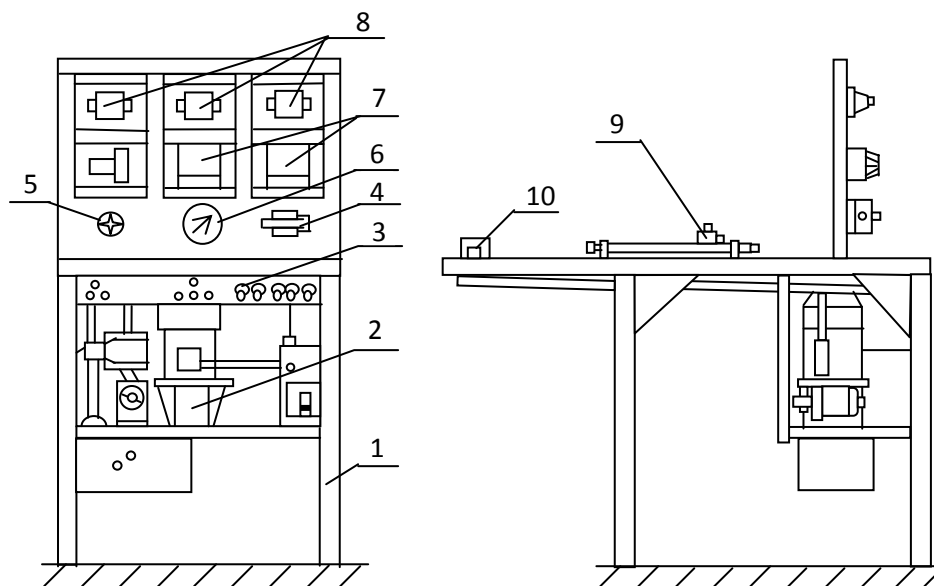
#### 5 Схема лабораторной установки

Лабораторная установка представляет собой стенд (рисунок 4), на котором устанавливают сменные гидроаппараты, монтируемые на установочных пластинах; для управления циклом работы устанавливаются конечные выключатели, соединяемые с пультом управления. Гидроаппаратура и гидромашины соединяются гибкими резинометаллическими рукавами. Гидроцилиндры 9 являются исполнительными элементами в лабораторной работе. На торцах кулачков штоков закреплены стрелки, которые могут быть использованы для замера хода штока.

Гидростанция 10 представляет собой насосную установку, которая включает в себя пластинчатый насос, электродвигатель, заливной фильтр, соединенный трубопроводом со сливным коллектором, щелевой фильтр, напорный клапан, два маслоуказателя, масляный бак, предохранительный клапан, манометр.

На корпусе гидростанции крепится блок питания электродвигателя насосной установки и системы управления.

Пульт управления предназначен для пуска и остановки электродвигателя, а также для коммутации электрогидрораспределителей и конечных выключателей. Световые индикаторы загораются при подаче напряжения на электродвигатель и в цепи управления.



1 – основание станда, 2 – гидростанция, 3 – пульт управления, 4 – редукционный клапан, 5 – кран переключения потоков, 6 – манометр, 7 – гидродроссели, 8 – гидрораспределители, 9 – гидроцилиндр, 10 – конечный выключатель.

Рисунок 4 – Общий вид лабораторного станда

## 6 Порядок выполнения работы

Свободные выводы напорного и сливного коллектора, а также сменных гидроаппаратов должны быть заглушены металлическими заглушками

6.1 Проверяют правильность гидросхемы, представленной на рисунке 5.

6.2 Проверить правильность подключения разъемов электрогидрораспределителей и конечных выключателей к разъемам на пульте управления в соответствии с их маркировкой по гидросхеме.

6.3 На пульте управления включить код работы 1-0-0-0-0.

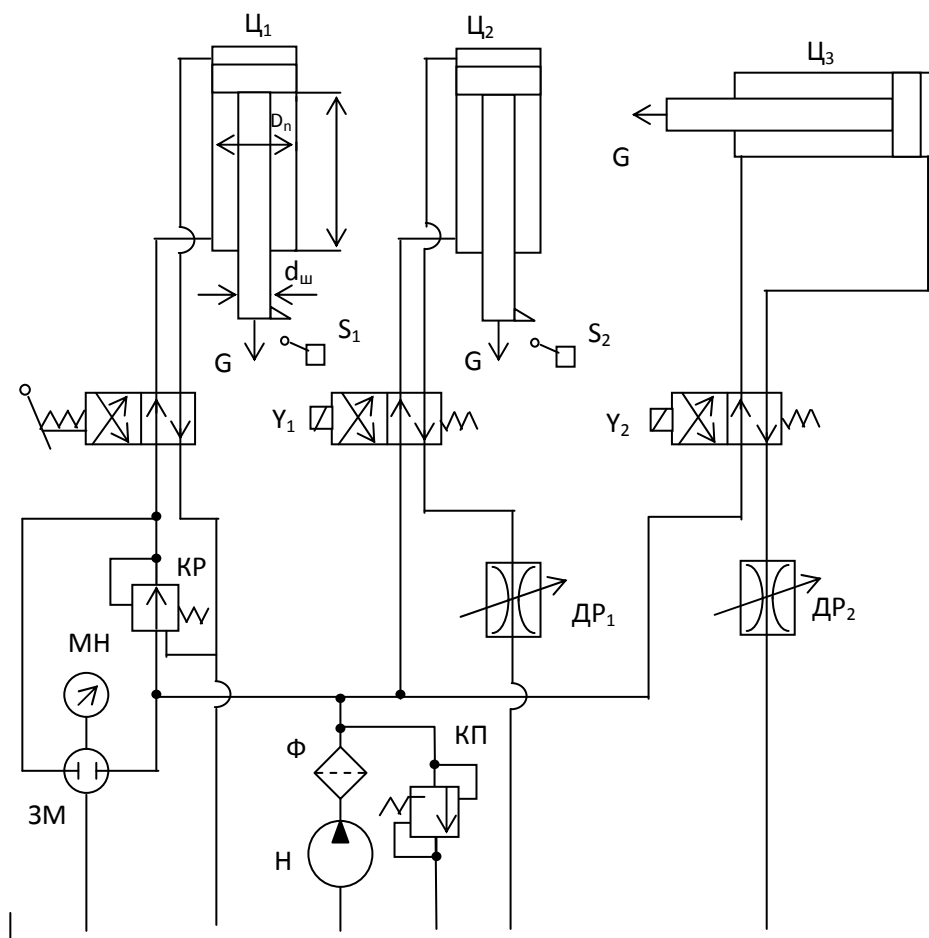
6.4 Предъявить проверенную схему преподавателю и после его разрешения включить автоматический выключатель блока питания.

6.5 Нажатием кнопки «Насос – Пуск» включить гидростанцию.

6.6 С помощью напорного клапана установить давление на манометре 15 атм.

6.7 Нажатием кнопки «Управление – Пуск» включить электрическую схему управления лабораторной работы.





*Ц<sub>1</sub>, 2, 3 – гидроцилиндры; S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub> – конечные выключатели;  
P 1, 2, 3 – гидрораспределители; ДР<sub>1, 2</sub> – гидродроссели;  
КР – редукционный клапан; КП – переливной клапан;  
МН – манометр; Ф – фильтр; Н – насос;  
ЗМ – переключатель манометра.*

Рисунок 5 – Гидросхема привода гибочной машины

6.8 Включить собранную схему перемещением рычага гидрораспределителя Р 1. Проверить герметичность гидропривода. В случае утечек отключить гидростанцию и подтянуть накидные гайки или винтовые соединения.

6.9 Проверить длину хода поршней Ц<sub>1</sub>, 2, 3 при работе схемы по циклу, указанному в разделе 4. Отрегулировать скорость перемещения поршней Ц<sub>2</sub> и Ц<sub>3</sub> по указанию преподавателя перемещением лимбов дросселей ДР<sub>1, 2</sub>.

6.10 В каждом опыте измерить время  $t$  хода каждого поршня в прямом и обратном направлении, давление  $p$  манометра МН при движении каждого поршня, общее время работы установки по циклу  $T_{об}$ , фиксируя время начала и окончания работы каждого поршня для построения циклограммы работы привода.

Рычаг ручного гидрораспределителя P1 перемещается в исходное положение для возврата поршней Ц<sub>1</sub> и Ц<sub>3</sub> в начальное состояние.

6.11 Выключение гидравлической схемы производится в следующей последовательности:

- рычаг ручного гидрораспределителя P1 перемещается в исходное положение;
- нажимается кнопка «Управление – Стоп» выключения электросхемы управления;
- кнопкой «Насос – Стоп» выключается насосная установка;
- отключается автоматический выключатель блока питания лабораторного стенда.

## 7 Обработка опытных данных

При обработке результатов измерений вычисляются значения следующих величин:

Скорость  $v$  движения штока поршня

$$v = \frac{\ell}{t}, \text{ [м/с]},$$

где  $\ell$  - длина хода поршня, м

Расход масла в цилиндрах Ц<sub>1</sub>, Ц<sub>2</sub>, Ц<sub>3</sub>

$$Q = v \cdot S, \text{ [м}^3\text{/с]}.$$

При движении вперед

$$S = \frac{\pi \cdot D_{\text{п}}^2}{4}, \text{ [м}^2\text{]}.$$

При движении назад

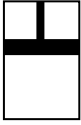
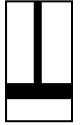
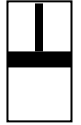

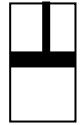

$$S = \frac{\pi(D_{\text{п}}^2 - d_{\text{ш}}^2)}{4}, \text{ [м}^2\text{]}.$$

Усилие, развиваемое поршнем

$$G = pS, \text{ [Н]}.$$

Результаты измерений и вычислений заносятся в протокол по предлагаемой форме (см. таблицу 1);

Таблица 1 – Протокол испытаний

Исполнит. механизм	Движен	Положен. штока	Парам.ГЦ			Расчетно-экспериментальные данные				
			Д <sub>ль</sub> мм	д <sub>шь</sub> мм	ℓ, мм	время, t, (с)	давл.,р, (атм)	скор.,v, м/с	расход, Qм <sup>3</sup> /с	усилие, G, Н
Цилиндр Ц <sub>1</sub>	Вперед		36	20	250					
	Назад									
Цилиндр Ц <sub>2</sub>	Вперед		36	20	250					
	Назад									
Цилиндр Ц <sub>3</sub>	Вперед		36	20	250					
	Назад									

## **8 Содержание отчета**

Результаты работы оформляются в виде отчета, содержащего:

- а) указанные цели работы;
- б) схему работы гибочной машины;
- в) гидравлическую схему, моделирующую работу гибочной машины;
- г) краткое описание порядка работы гибочной машины. Методику получения опытных данных;
- д) протокол записей результатов эксперимента и обработки опытных данных;
- е) циклограмму работы гидропривода.
- ж) выводы.

## **Список литературы**

- 1 Гидравлика, гидромашины и гидропневмопривод [Текст] : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений Т. В. Артемьева [и др.] ; под ред. С. П. Стесина. – М. : «Академия», 2005. – 336 с.
- 2 Гидравлические и пневматические системы [Текст] : учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / А. В. Лепёшкин, А. А. Михайлин; под ред. проф. Беленкова. – М. : «Академия», 2007. – 336 с.
- 3 Комплект оборудования по гидроприводу ОЛ-10, паспорт. – М. : Московский механический завод, 1989.
- 4 Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта, [и др.]. – М. : Машиностроение, 1982.
- 5 Свешников, В. К. Станочные гидроприводы [Текст]/ В. К. Свешников, А. А. Усов. – М. : Машиностроение, 1982.

Савельев Виктор Андреевич

**ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПА РАБОТЫ ОБЪЕМНОГО  
ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА**

Методические указания  
к выполнению лабораторной работы  
по дисциплине: «Гидравлические и пневматические системы»  
для студентов направления 190600.62

Редактор Е.А. Могутова

---

Подписано в печать 11.02.14	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. № 1
Печать цифровая	Усл. печ.л. 1,25	Уч.-изд. л. 1,25
Заказ 51	Тираж 50	Не для продажи

---

РИЦ Курганского государственного университета.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.