ПРОПОРЦИОНАЛЬНАЯ ГИДРАВЛИКА

Основной курс TP 701

Учебник

ГИДРАВЛИКА

Основной курс TP 701

Учебник

Автор: Д. Шольц.
Графика: Д. Шварценбергер.
Макет: С. Дурц.
Перевод с немецкого языка: Сулига С.В.
Научные редакторы: проф., доктор техн. наук Яхно О.М.,
Осинский Ю.А.

Издатель: ДП «Фесто».

2002 год, г. Киев.

Право переиздания, а также перевода принадлежит исключительно фирме-издателю. Воспроизведение каких-либо частей настоящего издания в любой из возможных форм (печатанием, фотокопированием, микрофильмированием или иным способом), а также их обработка, размножение или распространение с применением электронных систем без письменного разрешения издательства не допускается.

Учебник предназначен для слушателей средних и высших учебных заведений, курсов повышения квалификации в области техники автоматизации.

ISBN 966-96191-1-4

Часть 1 *Содержание*

Введение в пропорциональную гидравлику 3

1.1 Гидроприводы подачи с ручным управлением 6
1.2 Гидроприводы подачи с электрическим управлением и дискретными распределителями 7
1.3 Гидроприводы подачи с электрическим управлением и пропорциональными распределителями 8
1.4 Поток сигналов и элементы пропорциональной гидравлики 10
1.5 Преимущества пропорциональной гидравлики 12

Часть 2
Пропорциональные клапаны:
Конструкция и режим работы 15

2.1 Конструкция и принцип работы пропорционального электромагнита 17
2.2 Конструкция и принцип работы пропорциональных клапанов давления 22
2.3 Конструкция и принцип работы пропорциональных дросселей и распределителей 25
2.4 Конструкция и принцип работы пропорциональных клапанов-регуляторов расхода 28
2.5 Конструкция пропорционального клапана: Обзор 30

Часть 3
Пропорциональные клапаны:
Характеристики и параметры 31

3.1 Представление кривой характеристики 33
3.2 Гистерезис, инверсный диапазон и порог срабатывания 34
3.3 Графики характеристик клапанов давления 36
3.4 Графики характеристик дросселей и распределителей 36
3.5 Динамические параметры клапана 42
3.6 Области применения пропорциональных клапанов 46

Часть 4
Усилитель и задание уставок 47

4.1 Конструкция и принцип работы усилителя 51
4.2 Настройка усилителя 56
4.3 Задание уставок 59

Часть 5
Примеры использования пропорциональных клапанов 63

5.1 Управление скоростью 65
5.2 Устранение утечек 71
5.3 Позиционирование 71
5.4 Меры по экономии энергии 73

Часть 6
Расчет последовательности движения для привода с гидравлическим цилиндром 79

6.1 Расчет расхода для пропорционального распределителя 85
6.2 Расчет скорости для привода с цилиндром, имеющим равные площади поршня без учета нагрузки и сил трения 87
6.3 Расчет скорости для привода с цилиндром, имеющим разные площади поршня без учета нагрузки и сил трения 91
6.4 Расчет скорости для привода с цилиндром, имеющим равные площади поршня с учетом нагрузки и сил трения 98
6.5 Расчет скорости для привода с цилиндром, имеющим разные площади поршня с учетом нагрузки и сил трения 104
6.6 Влияние максимального усилия на поршне на процесс ускорения и замедления 111
6.7 Влияние естественного трения на процесс ускорения и замедления 115
6.8 Расчет продолжительности движения 119

Часть 1
Введение в пропорциональную гидравлику

Гидравлические приводы, благодаря своей высокой удельной мощности, имеют небольшой вес и требуют для размещения небольшое пространство. Они обеспечивают быстрое и точное управление перемещениями с большими энергией и усилиями. Гидроцилиндр является примером дешевого и простого привода линейного перемещения. Сочетание этих преимуществ открывает широкие возможности для применения гидравлических устройств в инженерном деле, на наземном транспорте и в авиации.

Расширение автоматизации делает необходимым управление такими параметрами гидросистем, как давление, расход и направление потока рабочей жидкости, с помощью средств электроники. Наилучшим интерфейсом между гидравлическими исполнительными механизмами и электронной системой управления являются пропорциональные клапаны. Для лучшей демонстрации преимуществ пропорциональной гидравлики можно сравнить три варианта гидропривода для токарного станка (рис. 1.1):

- привод с ручным управлением (рис. 1.2),
- привод с электрическим дискретным управлением (рис. 1.3),
- привод с пропорциональным управлением (рис. 1.4).

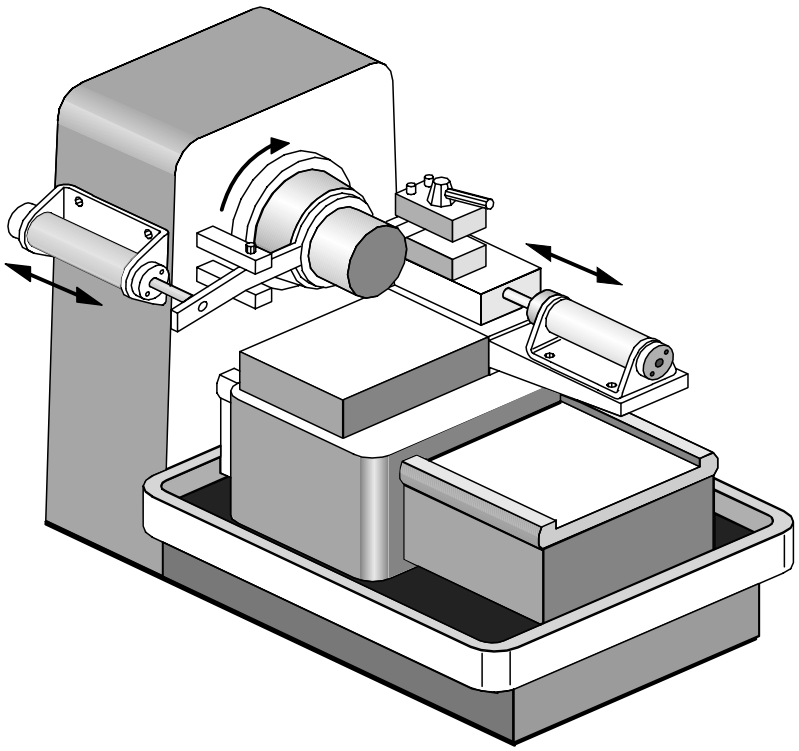


Рис. 1.1:
Гидропривод станка

1.1 Гидроприводы подачи с ручным управлением

На рис. 1.2 показана схема с использованием распределителя с ручным управлением.

- Давление и подачу насоса следует выставить при пуске системы в эксплуатацию. Для этого предохранительный клапан и дроссель должны иметь рукоятки настройки. .
- Расход и направление потока можно изменять при ручном воздействии на распределитель.

Ни один из клапанов этой системы не имеет электрического управления, поэтому автоматизировать такой привод невозможно.

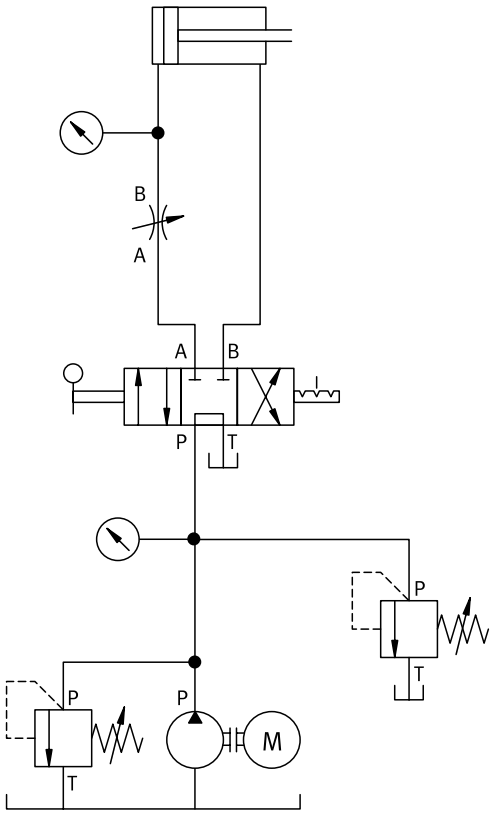


Рис. 1.2: Принципиальная схема гидропривода подачи с ручным управлением

1.2 Гидроприводы подачи с электрическим управлением и дискретными распределителями

В случае электрогидравлической системы, распределитель имеет электрическое управление от дискретных электромагнитов. Такую систему можно автоматизировать, связав магниты распределителя с контроллером или другой электрической системой управления.

Но электрическая система управления не сможет влиять на значения давления и расхода. Если эти параметры потребуется изменить, работу станка придется остановить. Только после этого вручную можно настроить дроссель или предохранительный клапан.

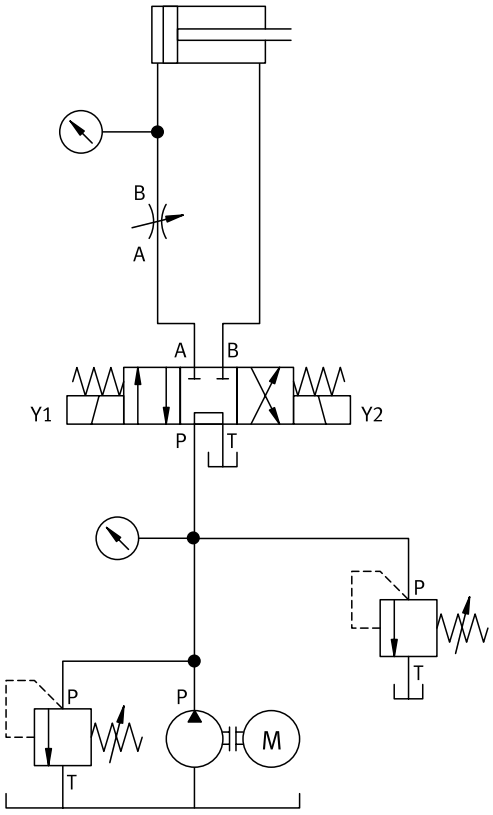


Рис. 1.3: Принципиальная схема гидропривода подачи с электрическим управлением

Автоматическое изменение давления и расхода с электрогидравлических системах возможно только в ограниченной степени, когда используются переключающие клапаны. Примерами могут служить:

- подключение дополнительных магистралей подачи жидкости при срабатывании распределителей
- управление клапанами давления и расхода с помощью кулачков или копиров

1.3 Гидроприводы подачи с электрическим управлением и пропорциональными клапанами

На рис. 1.4 показана схема с пропорциональными клапанами.

- Пропорциональный распределитель управляется электрическим сигналом. Этот сигнал изменяет величину расхода и направление потока рабочей жидкости. Скорость перемещение исполнительного органа изменяется за счет изменения расхода.
- Второй сигнал управления воздействует на пропорциональный предохранительный клапан. Этим сигналом можно постоянно настраивать нужное давление.

Пропорциональный распределитель на рис. 1.4 выполняется функцию регулировки расхода и распределителя на рис. 1.3. Использование пропорциональной техники позволяет использовать на один элемент меньше.
Пропорциональные клапаны управляются электрическими сигналами, поэтому, не прерывая работу станка, можно:

- с помощью пропорционального предохранительного клапана использовать более низкий уровень давления в режимах уменьшенной нагрузки (например, остановка подачи), что позволяет экономить энергию,
- осуществлять плавный старт и торможение каретки подачи с помощью пропорционального распределителя.

Все настройки пропорциональных клапанов осуществляются автоматически, т. е. без вмешательства оператора.

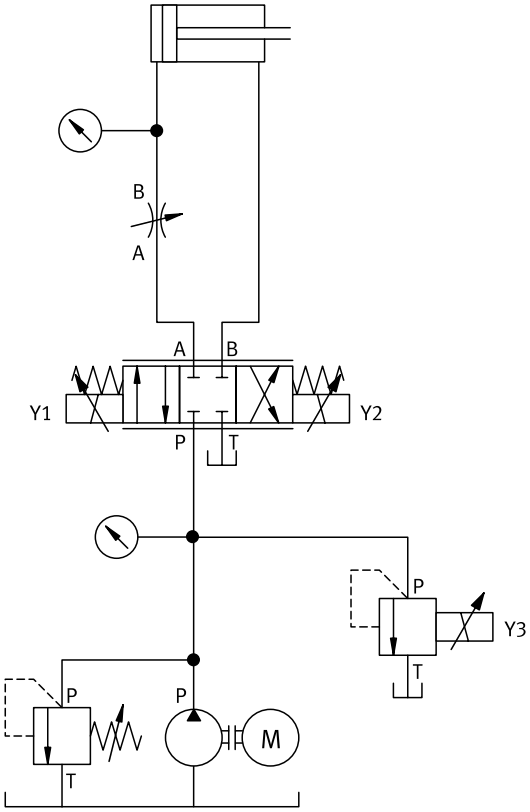


Рис. 1.4: Принципиальная схема гидропривода подачи с пропорциональными клапанами

1.4 Поток сигналов и элементы пропорциональной гидравлики.

На рис. 1.5 показано направление потока сигналов в системе пропорциональной гидравлики.

- Сигнал в виде напряжения (обычно в диапазоне от -10 В до +10 В) подается на электронный усилитель.
- Усилитель преобразует это напряжение (входной сигнал) в ток (выходной сигнал).
- Ток воздействует на пропорциональный электромагнит.
- Пропорциональный электромагнит перемещает клапан.
- Исполнительный элемент преобразует энергию жидкости в кинетическую энергию.

Напряжение может иметь бесконечное множество значений, соответственно скорость и усилие исполнительного элемента (скорость и крутящий момент для гидромотора) могут настраиваться в широких пределах.

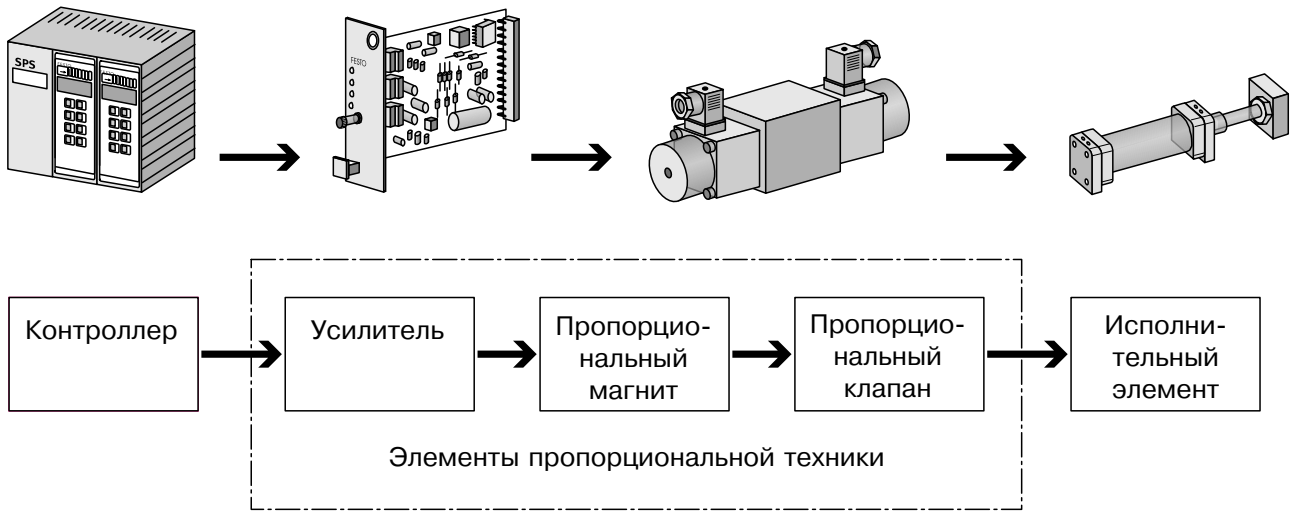


Рис. 1.5: Поток сигналов в пропорционально и гидравлике

На рис. 1.6 показан пропорциональный 4/3-распределитель с управляющим электронным усилителем.

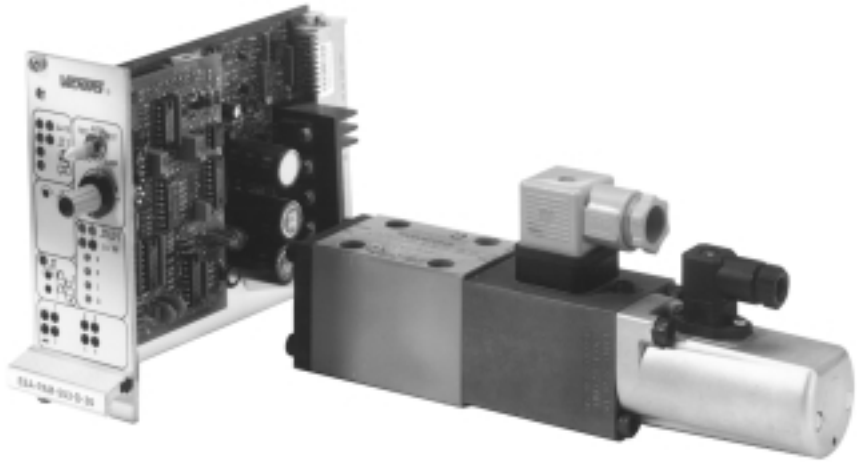


Рис. 1.6: Пропорциональный 4/3-распределитель с усилителем (фирма Виккерс)

1.5 Преимущества пропорциональной гидравлики

Сравнение дискретных и пропорциональных клапанов

Преимущества пропорциональных клапанов по сравнению с дискретными, о которых уже говорилось в параграфах 1.2-1.4, суммарно представлены в таблице 1.1.

Настройка клапана	- непрерывная настройка расхода и давления с помощью электрических входных сигналов - автоматическая настройка расхода и давления в процессе работы системы
Воздействие на привод	автоматическая, непрерывная и точная настройка следующих параметров: - усилие или момент - ускорение - скорость перемещения или вращения - позиционирование по линейной или угловой координате
Расход энергии	- расход энергии может быть уменьшен благодаря управлению давлением и расходом в соответствии с текущими требованиями
Упрощение системы	- один пропорциональный клапан может заменить несколько обычных, например дроссель и распределитель

Таблица 1.1 Преимущества пропорциональных клапанов по сравнению с дискретными

Сравнение пропорциональной и сервогидравлики

Сервоклапаны могут выполнять те же функции, что и пропорциональные. Благодаря увеличенной точности и скорости сервотехника имеет ряд преимуществ. Преимущество же пропорциональной гидравлики заключается в более низкой стоимости и менее жестких требованиях по обслуживанию:

- Конструкция клапанов более простая и имеет лучший показатель стоимость-эффективность.
- Перекрытия в золотнике и более мощные пропорциональные магниты для его перемещения увеличивают надежность работы. Требования к фильтрации рабочей жидкости менее жесткие и периоды обслуживания длиннее.
- Сервогидравлические приводы часто работают в составе системы с замкнутым контуром. Приводы с пропорциональными клапанами обычно выполняют некоторую последовательность перемещений, при которой нет необходимости в измерительной системе и контроллере. Это значительно упрощает систему в целом.

Пропорциональная техника сочетает возможность непрерывного изменения параметров с прочностью, надежностью и низкой стоимостью клапанов. Пропорциональные клапаны заполняют брешь между дискретными и сервоклапанами.