



Министерство образования Республики Беларусь

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

Кафедра «Гидропневмоавтоматика»

Ю. А. Андреев, Ю. В. Сериков

ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к контрольным работам
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»
заочной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2010

УДК 62-82(075.8)
ББК 34.447я73
А65

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
заочного факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 5 от 22.05.2009 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Технология машиностроения» ГГТУ им. П. О. Сухого
Г. В. Петришин

Андреевц, Ю. А.
А65 Теория и проектирование гидропневмосистем : метод. указания к контрол. работам для студентов специальности 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» заоч. формы обучения / Ю. А. Андреевц, Ю. В. Сериков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2010. – 35 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://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-420-908-1.

Содержат необходимые для выполнения контрольных работ общие сведения к разным типам задач. Приведены исходные данные к различным вариантам задач, входящим в контрольную работу.

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

УДК 62-82(075.8)
ББК 34.447я73

ISBN 978-985-420-908-1

© Андреевц Ю. А., Сериков Ю. В., 2010
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2010

Тема 1. Нормативно-технические документы

В данной задаче необходимо найти государственный стандарт на заданную тему и написать реферат.

1.1. Насосы объемные нереверсивные, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.2. Периодические испытания объемных нереверсивных насосов. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания нереверсивных объемных насосов и описание принципа их работы.

1.3. Насосы объемные реверсивные, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.4. Периодические испытания объемных реверсивных насосов. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания реверсивных объемных насосов и описание принципа их работы.

1.5. Гидромоторы объемные, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.6. Периодические испытания объемных гидромоторов. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидромоторов объемных и описание принципа их работы.

1.7. Гидроклапаны обратные, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.8. Периодические испытания гидроклапанов обратных. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроклапанов обратных и описание принципа их работы.

1.9. Гидроклапаны выдержки времени, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.10. Периодические испытания гидроклапанов выдержки времени. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроклапанов выдержки времени и описание принципа их работы.

1.11. Гидроклапаны последовательности, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.12. Периодические испытания гидроклапанов последовательности. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроклапанов последовательности и описание принципа их работы.

1.13. Гидрозамки, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.14. Периодические испытания гидрозамков. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидрозамков и описание принципа их работы.

1.15. Направляющие гидрораспределители с гидравлическим управлением, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.16. Периодические испытания направляющих гидрораспределителей с гидравлическим управлением. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания направляющих гидрораспределителей с гидравлическим управлением и описание принципа их работы.

1.17. Направляющие гидрораспределители с электромагнитным управлением, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.18. Периодические испытания направляющих гидрораспределителей с электромагнитным управлением. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания направляющих гидрораспределителей с электромагнитным управлением и описание принципа их работы.

1.19. Гидроклапаны редуционные, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.20. Периодические испытания гидроклапанов редуционных. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроклапанов редуционных и описание принципа их работы.

1.21. Гидроклапаны предохранительные непрямого действия, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.22. Периодические испытания гидроклапанов предохранительных непрямого действия. Перечень проверяемых параметров и

методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроклапанов предохранительных непрямого действия и описание принципа их работы.

1.23. Гидроклапаны предохранительные прямого действия, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.24. Периодические испытания гидроклапанов предохранительных прямого действия. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроклапанов предохранительных прямого действия и описание принципа их работы.

1.25. Гидроклапаны разности давления, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.26. Периодические испытания гидроклапанов разности давления. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроклапанов разности давления и описание принципа их работы.

1.27. Гидроклапаны соотношения давления, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.28. Периодические испытания гидроклапанов соотношения давления. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроклапанов соотношения давления и описание принципа их работы.

1.29. Гидроклапаны переливные с обратным гидроклапаном, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.30. Периодические испытания гидроклапанов переливных с обратным гидроклапаном. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроклапанов переливных с обратным гидроклапаном и описание принципа их работы.

1.31. Гидроусилители, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.32. Периодические испытания гидроусилителей. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроусилителей и описание принципа их работы.

1.33. Регуляторы расхода, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.34. Периодические испытания регуляторов расхода. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания регуляторов расхода и описание принципа их работы.

1.35. Делители потока, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.36. Периодические испытания делителей потока. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания делителей потока и описание принципа их работы.

1.37. Фильтры, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.38. Периодические испытания фильтров. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания фильтров и описание принципа их работы.

1.39. Гидроцилиндры, общие технические требования и требования безопасности к их конструкции, изготовлению, монтажу и эксплуатации.

1.40. Периодические испытания гидроцилиндров. Перечень проверяемых параметров и методы измерения этих параметров. Типовые схемы стендов для испытания гидроцилиндров и описание принципа их работы.

Тема 2. Построение гидравлических схем

Совокупность гидромашин, гидроаппаратов и вспомогательных устройств, предназначенная для передачи энергии и преобразования движения посредством жидкости, называется *гидроприводом*.

Гидроаппаратами называются устройства для управления потоком жидкости. Основные гидроаппараты: гидродроссели и гидроклапаны, предназначенные для управления расходом и давлением в потоке жидкости; гидрораспределители, предназначенные для изменения направления потока жидкости.

Условные обозначения по ЕСКД гидромашин, гидроаппаратов и вспомогательных устройств приведены в Приложении.

По характеру движения выходного звена объемные гидроприводы делят на три класса: поступательного, поворотного и вращательного

движений. В соответствии с этим в качестве гидродвигателей используются гидроцилиндры, поворотные гидродвигатели и гидромоторы.

Различают объемные гидроприводы без управления и с управлением. В первых не предусмотрена возможность регулирования скорости выходного звена, а во вторых можно менять эту скорость воздействием извне. Существует два основных способа регулирования гидропривода: дроссельное и машинное (объемное).

Дроссельное регулирование заключается в том, что часть подачи насоса отводится через гидродроссель или гидроклапан на слив, минуя гидродвигатель.

Объемное регулирование осуществляется за счет изменения рабочего объема насоса или гидродвигателя либо обеих гидромашин.

В системе необходимо после насоса устанавливать клапан предохранительный для предохранения насоса и системы от повышения давления и клапан обратный между системой и насосом.

В системе необходимо устанавливать устройства для фильтрации и охлаждения рабочей жидкости. Фильтр необходимо устанавливать на сливной линии или на любой другой по заданию, заливной и воздушный фильтры устанавливаются всегда.

Гидролинии, соединяющие устройства в схеме, должны быть прямыми и повороты должны быть под углом 90° .

2.1. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на всасывающей линии.

2.2. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода нерегулируемого вращательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на всасывающей линии.

2.3. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрена остановка гидродвигателя без остановки насоса.

2.4. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода регулируемого реверсивного вращательного движения с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости.

2.5. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода, в которой гидроцилиндр и гидромотор установлены параллельно и предусмотрено дроссельное регулирование скоростей движения выходных звеньев гидродвигателей.

2.6. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода поворотного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на сливной линии и регулятора потока на напорной линии.

2.7. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на напорной линии и дроссельное регулирование скорости выходного звена гидродвигателя.

2.8. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода вращательного движения, в которой предусмотрена остановка гидродвигателя без остановки насоса и редуцирование давления в напорной линии гидродвигателя.

2.9. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения с объемным регулированием, в которой предусмотрена установка фильтра на всасывающей линии.

2.10. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода вращательного движения, в которой предусмотрена установка регулятора потока на напорной линии и остановка гидродвигателя без остановки насоса.

2.11. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на напорной линии двухштокового гидроцилиндра.

2.12. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода поворотного движения с гидромотором поворотного действия и дроссельным регулированием скорости выходного звена.

2.13. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрена остановка гидродвигателя без остановки насоса и дроссельное регулирование скорости выходного звена на сливной линии гидродвигателя.

2.14. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода вращательного движения, в которой предусмотрена остановка гидродвигателя без остановки насоса и дроссельное регулирование скорости выходного звена на сливной линии гидродвигателя.

2.15. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения с гидроцилиндром одностороннего действия и дроссельным регулированием скорости выходного звена.

2.16. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода вращательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на напорной линии нереверсивного гидромотора.

2.17. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на всасывающей линии и редуцирование давления в напорной линии гидродвигателя.

2.18. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода вращательного движения с объемным регулированием, в которой предусмотрена установка фильтра на всасывающей линии.

2.19. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода поворотного движения, предусматривающую установку регулировочного дросселя параллельно гидродвигателю и остановку поворотного гидродвигателя без остановки нереверсивного насоса.

2.20. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрена остановка гидродвигателя без остановки насоса и редуцирование давления в напорной линии гидродвигателя.

2.21. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода вращательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на напорной линии и дроссельное регулирование скорости выходного звена гидродвигателя.

2.22. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода поступательного движения, предусматривающую установку регулировочного дросселя параллельно гидродвигателю и остановку двухштокового гидроцилиндра без остановки нереверсивного насоса.

2.23. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода вращательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на сливной линии и регулятора потока на напорной линии.

2.24. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения с объемным регулированием скорости движения выходного звена гидроцилиндра одинарного действия.

2.25. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой два гидроцилиндра установлены параллельно и предусмотрено объемное регулирование скоростей движения выходных звеньев гидроцилиндров.

2.26. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода нерегулируемого вращательного движения с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости и остановкой реверсивного гидромотора без остановки нереверсивного насоса.

2.27. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрено дросселирование скорости выходного звена и редуцирование давления в напорной линии гидродвигателя.

2.28. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода поворотного движения, в которой предусмотрено редуцирование давления в напорной линии гидромотора поворотного действия.

2.29. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на всасывающей и напорной линиях.

2.30. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода регулируемого вращательного движения, предусматривающую установку регулировочного дросселя параллельно гидродвигателю и установку реверсивного гидромотора без остановки нереверсивного насоса.

2.31. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрено дросселирование скорости выходного звена двухштокового гидроцилиндра.

2.32. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода поворотного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на всасывающей линии и остановка гидромотора поворотного действия без остановки нереверсивного насоса.

2.33. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на сливной линии и регулятора потока на напорной линии.

2.34. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода вращательного движения, в которой предусмотрено дроссельное регулирование скорости выходного звена гидродвигателя.

2.35. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода поворотного движения с объемным регулированием скорости движения выходного звена гидромотора поворотного действия.

2.36. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода нерегулируемого вращательного движения, в которой предусмотрена остановка реверсивного гидродвигателя без остановки нереверсивного насоса.

2.37. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода вращательного движения, в которой два гидромотора установлены параллельно и предусмотрено объемное регулирование скоростей движения выходных звеньев гидромоторов.

2.38. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрено дроссельное регулирование скорости выходного звена гидродвигателя.

2.39. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода возвратно-поступательного движения, в которой предусмотрена установка регулятора потока на напорной линии и остановка гидродвигателя без остановки насоса.

2.40. Разработать гидравлическую схему объемного гидропривода вращательного движения, в которой предусмотрена установка фильтра на всасывающей линии и редуцирование давления в напорной линии гидродвигателя.

Тема 3. Расчет устойчивого гидропривода

Гидроцилиндр – объемный гидродвигатель с прямолинейным возвратно-поступательным движением выходного звена относительно корпуса.

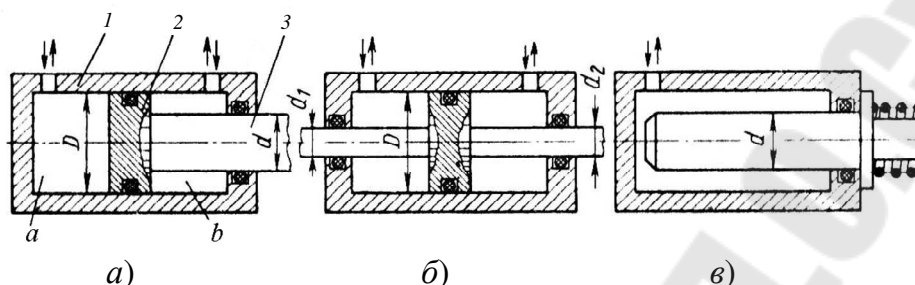


Рис. 3.1. Схемы гидроцилиндров

Различают гидроцилиндры с односторонним и двусторонним штоком, понимая под первым поршневой гидроцилиндр со штоком с одной стороны поршня (рис. 3.1, *а*) и под вторым – гидроцилиндр со штоком, расположенным по обе стороны поршня (рис. 3.1, *б*). Часть рабочей камеры *а* (рис. 3.1, *а*) гидроцилиндра, ограниченная корпусом 1, поршнем 2 и крышкой, называется **поршневой** полостью, а часть рабочей камеры *б* гидроцилиндра, ограниченная рабочими поверхностями корпуса, поршня, штока 3 и крышкой, называется **штоковой** полостью.

Кроме того, различают гидроцилиндры одностороннего (рис. 3.1, *в*) и двустороннего действия (рис. 3.1, *а* и *б*).

Расчетное движущее усилие F на штоке, развиваемое давлением жидкости на поршень (трением поршня и штока, а также противодействием в нерабочей полости и силой инерции пренебрегаем), упрощенно определяется по формуле

$$F = p \cdot S, \text{ Н,}$$

где p – давление жидкости; S – рабочая (эффективная) площадь поршня.

Рабочая площадь S поршня для одноштокового гидроцилиндра с двумя рабочими полостями определяется по выражениям:

– при подаче жидкости в поршневую полость:

$$S = \pi \cdot D^2 / 4;$$

– при подаче жидкости в штоковую полость:

$$S = \pi \cdot (D^2 - d^2) / 4,$$

где D и d – диаметры поршня и штока (рис. 3.1, *а*).

За единицу давления в Международной системе единиц SI принят паскаль – давление, вызываемое силой 1 Н, равномерно распределенной по нормальной к ней поверхности площадью 1 м². Наряду с этой единицей давления применяют укрупненные единицы: кПа и МПа.

$$1 \text{ Па} = 1 \text{ Н/м}^2 = 10^{-3} \text{ кПа} = 10^{-6} \text{ МПа}.$$

В технике в настоящее время продолжают применять также систему единиц: метр, килограмм-сила, секунда (МКГСС), в которой за единицу давления принимается 1 кгс/м². Широко используют также внесистемные единицы – техническую атмосферу и бар (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Система SI	Система МКГСС	Внесистемные
1 Н/м ² = 1 Па	1 кгс/м ² = 9,81 Па	1 атм = 1 кгс/см ² = 10 ⁴ кгс/м ² = 98100 Па
1 МПа = 10 ⁶ Па	1 Па = 0,102 кгс/м ²	1 бар = 10 ⁵ Па = 1,02 атм

По закону Паскаля давление, приложенное на определенном уровне жидкости p , определяется как давление на поверхности жидкости p_0 (или на предыдущем уровне) и давление, обусловленное весом вышележащих слоев жидкости h :

$$p = p_0 + \rho \cdot g \cdot h.$$

Задачи

3.1. Определить давление масла p_1 , подводимого в поршневую полость гидроцилиндра (рис. 3.2, *a*), если избыточное давление в штоковой полости $p_2 = 80$ кПа, усилие на штоке $F = 10$ кН, сила трения поршня о цилиндр $F_{\text{тр}} = 0,4$ кН, диаметр поршня $D = 125$ мм, диаметр штока $d = 70$ мм.

3.2. Определить усилие на штоке F , если давление масла подводимого в поршневую полость гидроцилиндра (рис. 3.2, *a*) $p_1 = 10$ атм, избыточное давление в штоковой полости $p_2 = 80$ кПа, сила трения поршня о цилиндр $F_{\text{тр}} = 0,4$ кН, диаметр поршня $D = 125$ мм, диаметр штока $d = 70$ мм.

3.3. Определить давление масла p_2 в штоковой полости гидроцилиндра (рис. 3.2, *a*), если подводимое давление в поршневой полости $p_1 = 1$ МПа, усилие на штоке $F = 2$ кН, сила трения поршня о цилиндр $F_{\text{тр}} = 0,3$ кН, диаметр поршня $D = 110$ мм, диаметр штока $d = 50$ мм.

3.4. Определить диаметр поршня D , если давление масла подводимого в поршневую полость гидроцилиндра (рис. 3.2, *a*) $p_1 = 0,9$ МПа, избыточное давление в штоковой полости $p_2 = 70$ кПа, усилие на што-

ке $F = 10$ кН, сила трения поршня о цилиндр $F_{\text{тр}} = 0,3$ кН, диаметр штока $d = 70$ мм.

3.5. Какое давление p_2 будет на выходе из гидравлического мультипликатора (рис. 3.2, б), если давление на входе $p_1 = 2$ МПа, а диаметры поршней $d = 10$ мм, $D = 50$ мм?

3.6. Какое давление p_1 будет на входе в гидравлический мультипликатор (рис. 3.2, б), если давление на выходе $p_2 = 240$ атм, а диаметры поршней $d = 50$ мм, $D = 110$ мм?

3.7. Каким должен быть диаметр D , если давление на входе в гидравлический мультипликатор (рис. 3.2, б) $p_1 = 30$ атм, давление на выходе $p_2 = 48$ МПа, а диаметр $d = 20$ мм?

3.8. Каким должен быть диаметр d , если давление на входе в гидравлический мультипликатор (рис. 3.2, б) $p_1 = 1$ МПа, давление на выходе $p_2 = 160$ атм, а диаметр $D = 120$ мм?

3.9. Какое давление p_1 необходимо подвести к цилиндру гидравлического мультипликатора (рис. 3.2, б), чтобы получить на выходе давление $p_2 = 10$ МПа, если диаметры $d = 10$ мм, $D = 50$ мм? Вычислить силу давления на поршень.

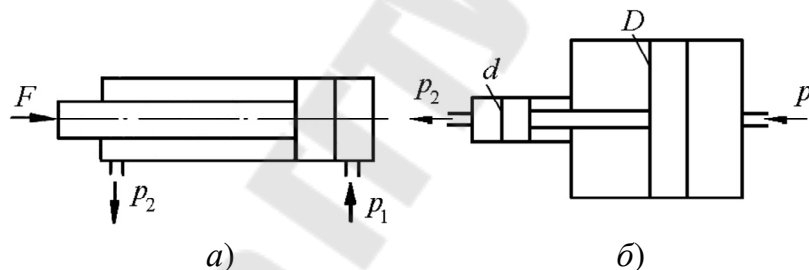


Рис. 3.2. Схемы гидроцилиндров к задачам 3.1–3.9

3.10. Определить силу F на штоке золотника (рис. 3.3), если давление в правой полости цилиндра $p_2 = 90$ кПа; избыточное давление $p_1 = 1$ МПа; диаметры поршней $D = 20$ мм, $d = 15$ мм. Жидкость – вода.

3.11. Определить давление в правой полости цилиндра p_2 (рис. 3.3), если сила на штоке золотника $F = 400$ Н, избыточное давление $p_1 = 2$ МПа; диаметры поршней $D = 20$ мм, $d = 15$ мм. Жидкость – вода.

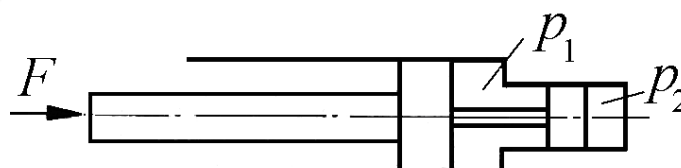


Рис. 3.3. Схема гидроцилиндра к задачам 3.10 и 3.11

3.12. Определить силу, приложенную к штоку правого цилиндра F (рис. 3.4, а), если известно, что давление, развиваемое насосом, $p_1 = 5$ атм; давление на выходе правого гидроцилиндра $p_4 = 2$ атм; площади рабочих полостей $S_1 = 100 \text{ см}^2$; $S_2 = 20 \text{ см}^2$; $S_3 = 110 \text{ см}^2$; $S_4 = 25 \text{ см}^2$.

3.13. Определить давление, развиваемое насосом p_1 (рис. 3.4, а), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F = 100 \text{ кН}$; давление на выходе правого гидроцилиндра $p_4 = 4$ атм; площади рабочих полостей $S_1 = 100 \text{ см}^2$; $S_2 = 20 \text{ см}^2$; $S_3 = 110 \text{ см}^2$; $S_4 = 25 \text{ см}^2$.

3.14. Определить давление на выходе правого гидроцилиндра p_4 (рис. 3.4, а), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F = 5 \text{ кН}$; давление, развиваемое насосом $p_1 = 4$ атм; площади рабочих полостей $S_1 = 100 \text{ см}^2$; $S_2 = 20 \text{ см}^2$; $S_3 = 110 \text{ см}^2$; $S_4 = 25 \text{ см}^2$.

3.15. Определить массу груза m (рис. 3.4, б), если известно, что давление в поршневой полости нижнего гидроцилиндра $p_1 = 5$ атм; давление в штоковой полости верхнего гидроцилиндра $p_4 = 1$ атм; $H = 20 \text{ м}$ площади рабочих полостей $S_1 = 75 \text{ см}^2$; $S_2 = 7 \text{ см}^2$; $S_3 = 60 \text{ см}^3$; $S_4 = 10 \text{ см}^2$.

3.16. Определить давление p_1 в поршневой полости нижнего гидроцилиндра (рис. 3.4, б), если известно, что масса груза $m = 1000 \text{ кг}$; давление в штоковой полости верхнего гидроцилиндра $p_4 = 2$ атм; $H = 5 \text{ м}$ площади рабочих полостей $S_1 = 75 \text{ см}^2$; $S_2 = 7 \text{ см}^2$; $S_3 = 60 \text{ см}^3$; $S_4 = 10 \text{ см}^2$.

3.17. Определить давление p_4 в штоковой полости верхнего гидроцилиндра (рис. 3.4, б), если известно, что масса груза $m = 2000 \text{ кг}$; давление в штоковой полости верхнего гидроцилиндра $p_1 = 5$ атм; $H = 10 \text{ м}$ площади рабочих полостей $S_1 = 75 \text{ см}^2$; $S_2 = 7 \text{ см}^2$; $S_3 = 60 \text{ см}^3$; $S_4 = 10 \text{ см}^2$.

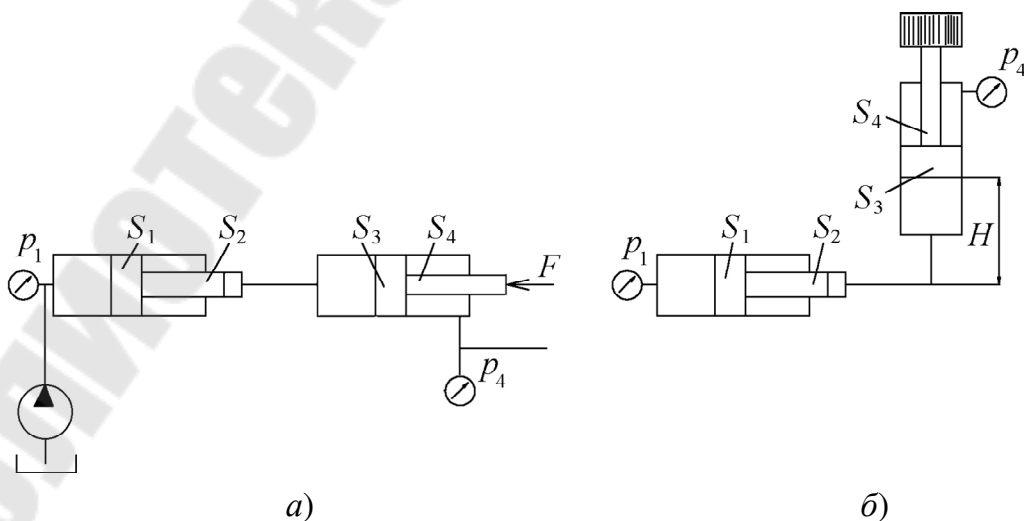


Рис. 3.4. Схемы гидроприводов к задачам 3.12–3.17

3.18. Определить давление, развиваемое насосом p_1 (рис. 3.5, а), если известно, что давление на выходе системы $p_3 = 10 \text{ кгс/см}^2$ и площади рабочих полостей $S_1 = 60 \text{ см}^2$; $S_2 = 20 \text{ см}^2$; $S_3 = 110 \text{ см}^2$.

3.19. Определить давление на выходе системы p_3 (рис. 3.5, а), если известно, что давление, развиваемое насосом, $p_1 = 20 \text{ кгс/см}^2$ и площади рабочих полостей $S_1 = 60 \text{ см}^2$; $S_2 = 20 \text{ см}^2$; $S_3 = 110 \text{ см}^2$.

3.20. Определить массу груза m (рис. 3.5, б), если известно, что давление в штоковой полости гидроцилиндра $p_1 = 12 \text{ атм}$; усилие, действующее на шток, $F = 500 \text{ Н}$; площади рабочих полостей $S_1 = 10 \text{ см}^2$; $S_2 = 75 \text{ см}^2$; $S_3 = 7 \text{ см}^2$.

3.21. Определить давление p_1 в штоковой полости гидроцилиндра (рис. 3.5, б), если известно, что масса груза $m = 100 \text{ кг}$; усилие, действующее на шток, $F = 60 \text{ кН}$; площади рабочих полостей $S_1 = 10 \text{ см}^2$; $S_2 = 75 \text{ см}^2$; $S_3 = 7 \text{ см}^2$.

3.22. Определить усилие, действующее на шток, F (рис. 3.5, б), если известно, что масса груза $m = 100 \text{ кг}$; давление в штоковой полости гидроцилиндра $p_1 = 12 \text{ атм}$; площади рабочих полостей $S_1 = 10 \text{ см}^2$; $S_2 = 75 \text{ см}^2$; $S_3 = 7 \text{ см}^2$.

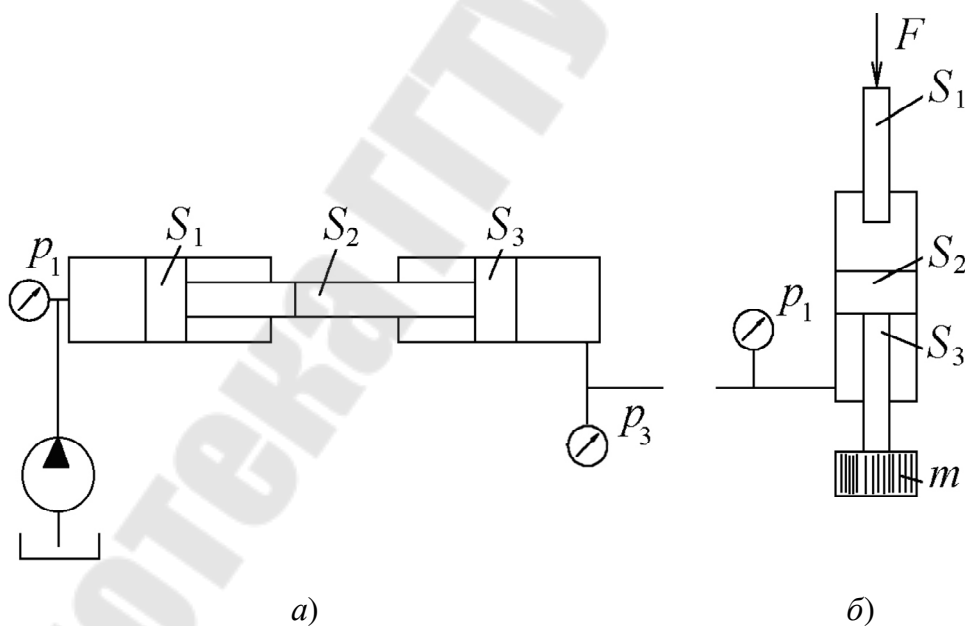


Рис. 3.5. Схемы гидроприводов к задачам 3.18–3.22

3.23. Определить силу, приложенную к штоку правого цилиндра, F (рис. 3.6), если известно, что давление, подаваемое в поршневую полость левого цилиндра, $p_1 = 1 \text{ атм}$; давление на выходе из системы $p_4 = 5 \text{ кгс/см}^2$; $H = 10 \text{ м}$; площади $S_1 = 160 \text{ см}^2$; $S_2 = 80 \text{ см}^2$; $S_3 = 60 \text{ см}^2$; $S_4 = 120 \text{ см}^2$; $S_5 = 20 \text{ см}^2$.

3.24. Определить давление p_1 , подаваемое в поршневую полость левого цилиндра (рис. 3.6), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра $F = 20$ кН; давление на выходе из системы $p_4 = 10$ кгс/см²; $H = 5$ м; площади $S_1 = 160$ см²; $S_2 = 80$ см²; $S_3 = 60$ см²; $S_4 = 120$ см²; $S_5 = 20$ см².

3.25. Определить давление p_4 на выходе из системы (рис. 3.6), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F = 10$ кН; давление, подаваемое в поршневую полость левого цилиндра $p_1 = 10$ МПа; $H = 10$ м; площади $S_1 = 160$ см²; $S_2 = 80$ см²; $S_3 = 60$ см²; $S_4 = 120$ см²; $S_5 = 20$ см².

3.26. Определить высоту H (рис. 3.6), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F = 10$ кН; давление, подаваемое в поршневую полость левого цилиндра, $p_1 = 10$ МПа; давление на выходе из системы $p_4 = 10$ кгс/см²; площади $S_1 = 160$ см²; $S_2 = 80$ см²; $S_3 = 60$ см²; $S_4 = 120$ см²; $S_5 = 20$ см².

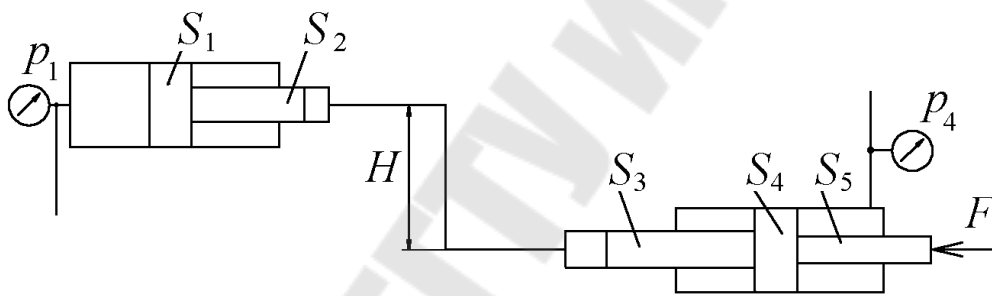


Рис. 3.6. Схема гидропривода к задачам 3.23–3.26

3.27. Определить силу, приложенную к штоку правого цилиндра, F_2 (рис. 3.7), если известно, что давление, подаваемое в поршневую полость левого цилиндра, $p_1 = 3$ МПа; давление на выходе из системы $p_4 = 20$ кгс/см²; площади $S_1 = 60$ см²; $S_2 = 17$ см²; $S_3 = 70$ см²; $S_4 = 10$ см² и усилие, приложенное к штоку левого гидроцилиндра, $F_1 = 1$ кН.

3.28. Определить силу, приложенную к штоку левого цилиндра, F_1 (рис. 3.7), если известно, что давление, подаваемое в поршневую полость левого цилиндра, $p_1 = 40$ МПа; давление на выходе из системы $p_4 = 300$ кгс/см²; площади $S_1 = 60$ см²; $S_2 = 17$ см²; $S_3 = 70$ см²; $S_4 = 10$ см² и усилие, приложенное к штоку левого гидроцилиндра, $F_2 = 1$ кН.

3.29. Определить давление p_1 , подаваемое в поршневую полость левого цилиндра (рис. 3.7), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F_1 = 10$ кН; давление на выходе из системы $p_4 = 200$ кгс/см²; площади $S_1 = 60$ см²; $S_2 = 17$ см²; $S_3 = 70$ см²; $S_4 = 10$ см² и усилие, приложенное к штоку левого гидроцилиндра, $F_2 = 1$ кН.

3.30. Определить давление p_4 на выходе из системы (рис. 3.7), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F_1 = 10$ кН; давление, подаваемое в поршневую полость левого цилиндра, $p_1 = 500$ кгс/см²; площади $S_1 = 60$ см²; $S_2 = 17$ см²; $S_3 = 70$ см²; $S_4 = 10$ см² и усилие, приложенное к штоку левого гидроцилиндра, $F_2 = 1$ кН.

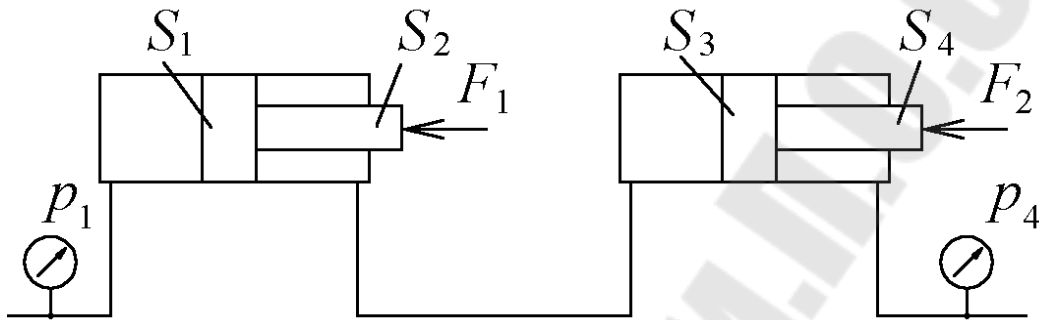


Рис. 3.7. Схема гидропривода к задачам 3.27–3.30

3.31. Определить массу груза m (рис. 3.8), если известно, что усилие, приложенное к штоку левого гидроцилиндра, $F = 10$ кН; давление в поршневой полости правого гидроцилиндра $p_5 = 10$ МПа; $H = 5$ м; площади рабочих полостей $S_1 = 10$ см²; $S_2 = 75$ см²; $S_3 = 12$ см²; $S_4 = 8$ см²; $S_5 = 60$ см².

3.32. Определить усилие, приложенное к штоку левого гидроцилиндра, F (рис. 3.8), если известно, что масса груза $m = 1000$ кг; давление в поршневой полости правого гидроцилиндра $p_5 = 50$ кгс/см²; $H = 10$ м; площади рабочих полостей $S_1 = 10$ см²; $S_2 = 75$ см²; $S_3 = 12$ см²; $S_4 = 8$ см²; $S_5 = 60$ см².

3.33. Определить давление p_5 в поршневой полости правого гидроцилиндра (рис. 3.8), если известно, что масса груза $m = 1000$ кг; усилие, приложенное к штоку левого гидроцилиндра, $F = 10$ кН; $H = 10$ м; площади рабочих полостей $S_1 = 10$ см²; $S_2 = 75$ см²; $S_3 = 12$ см²; $S_4 = 8$ см²; $S_5 = 60$ см².

3.34. Определить высоту H (рис. 3.8), если известно, что усилие, приложенное к штоку левого гидроцилиндра, $F = 0,8$ кН; давление в поршневой полости правого гидроцилиндра $p_5 = 10$ МПа; $H = 10$ м; масса груза $m = 1000$ кг; площади рабочих полостей $S_1 = 10$ см²; $S_2 = 75$ см²; $S_3 = 12$ см²; $S_4 = 8$ см²; $S_5 = 60$ см².

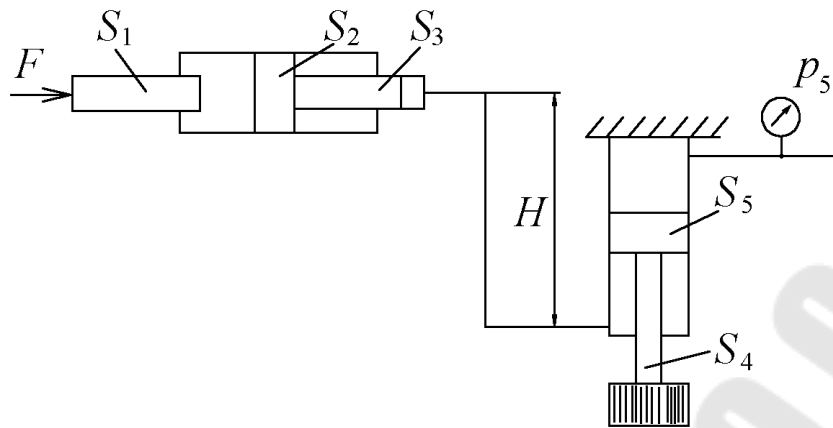


Рис. 3.8. Схема гидропривода к задачам 3.31–3.34

3.35. Определить давление p_5 на выходе системы (рис. 3.9), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F_2 = 10$ кН; сила, приложенная к штоку левого цилиндра, $F_1 = 20$ кН; давление, подаваемое в штоковую полость левого цилиндра, $p_1 = 0,4$ МПа; $H = 2$ м; масса груза $m = 100$ кг; площади рабочих полостей $S_1 = 20$ см²; $S_2 = 80$ см²; $S_3 = 12$ см²; $S_4 = 120$ см²; $S_5 = 20$ см².

3.36. Определить давление p_1 на входе в систему (рис. 3.9), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F_2 = 20$ кН; сила, приложенная к штоку левого цилиндра, $F_1 = 10$ кН; давление на выходе из системы $p_5 = 10$ атм; $H = 5$ м; масса груза $m = 200$ кг; площади рабочих полостей $S_1 = 20$ см²; $S_2 = 80$ см²; $S_3 = 12$ см²; $S_4 = 120$ см²; $S_5 = 20$ см².

3.37. Определить массу груза m (рис. 3.9), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F_2 = 20$ кН; сила, приложенная к штоку левого цилиндра, $F_1 = 10$ кН; давление на выходе из системы $p_5 = 10$ атм; давление на входе в систему $p_1 = 40$ кгс/см²; $H = 4$ м; площади рабочих полостей $S_1 = 20$ см²; $S_2 = 80$ см²; $S_3 = 12$ см²; $S_4 = 120$ см²; $S_5 = 20$ см².

3.38. Определить высоту H (рис. 3.9), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F_2 = 10$ кН; сила, приложенная к штоку левого цилиндра, $F_1 = 20$ кН; давление на выходе из системы $p_5 = 15$ атм; давление на входе в систему $p_1 = 3$ кгс/см²; масса груза $m = 100$ кг; площади рабочих полостей $S_1 = 20$ см²; $S_2 = 80$ см²; $S_3 = 12$ см²; $S_4 = 120$ см²; $S_5 = 20$ см².

3.39. Определить силу F_2 , приложенную к штоку правого цилиндра (рис. 3.9), если известно, что сила, приложенная к штоку левого цилиндра, $F_1 = 20$ кН; $H = 10$ м; давление на выходе из системы $p_5 = 10$ кгс/см², давление на входе в систему $p_1 = 3$ кгс/см²; масса груза

$m = 100$ кг; площади рабочих полостей $S_1 = 20$ см²; $S_2 = 80$ см²; $S_3 = 12$ см²; $S_4 = 120$ см²; $S_5 = 20$ см².

3.40. Определить силу F_1 , приложенную к штоку левого цилиндра (рис. 3.9), если известно, что сила, приложенная к штоку правого цилиндра, $F_2 = 30$ кН; $H = 8$ м; давление на выходе из системы $p_5 = 10$ кгс/см², давление на входе в систему $p_1 = 30$ кгс/см²; масса груза $m = 100$ кг; площади рабочих полостей $S_1 = 20$ см²; $S_2 = 80$ см²; $S_3 = 12$ см²; $S_4 = 120$ см²; $S_5 = 20$ см².

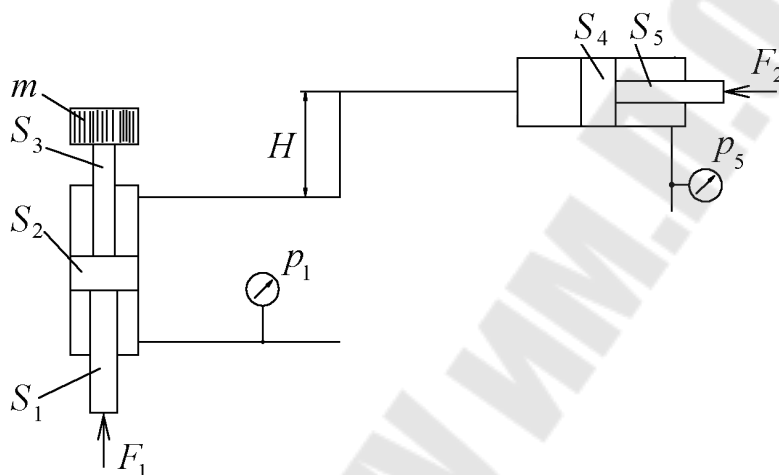


Рис. 3.9. Схема гидропривода к задачам 3.35–3.40

Тема 4. Расчет простого гидропривода

Объемным гидроприводом называется привод, в состав которого входит гидравлический механизм, в котором рабочая среда (жидкость) находится под давлением, с одним или более объемными гидродвигателями. Простейший объемный гидропривод, как правило, включает в себя насос, гидродвигатель (гидроцилиндр или гидромотор), гидроаппаратуру (гидроклапаны, гидродроссели, гидрораспределители), соединенные гидрوليниями, и вспомогательные устройства (фильтры, баки, теплообменники и др.). По характеру движения выходного звена различают объемные гидроприводы поступательного, вращательного и поворотного движения (см. рис. 4.5).

При работе различных машин возникает необходимость изменять скорость движения их рабочих органов, что делает целесообразным применение гидропривода с управлением, которое может осуществляться тремя способами: дроссельным, машинным (объемным), а также их комбинацией. При дроссельном управлении часть жидкости, подаваемой насосом, отводится в сливную линию и не совершает по-

лезной работы. В гидроприводе с машинным управлением изменение скорости выходного звена осуществляется изменением рабочего объема насоса или гидромотора.

При последовательном включении дросселя (см. рис. 4.6, *а*) предусматривается переливной клапан, который поддерживает в нагнетательном трубопроводе постоянное давление путем непрерывного слива рабочей жидкости. В этом случае расход жидкости, поступающей в гидроцилиндр, равен расходу жидкости через дроссель:

$$Q = Q_{др} = \mu \cdot S_{др} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot (p_1 - p_2)},$$

где μ – коэффициент расхода; $S_{др}$ – площадь проходного отверстия дросселя; p_1 и p_2 – давление соответственно перед дросселем и за ним.

Если пренебречь потерями давления в гидролинии и в гидрораспределителе (см. рис. 4.6, *а*), то давление p_2 можно определить по формуле

$$p_2 = F / S_{п},$$

где F – усилие на штоке гидроцилиндра; $S_{п}$ – площадь поршневой полости.

Следовательно, средняя скорость перемещения поршня гидроцилиндра определится по формуле

$$v_{п} = \frac{Q}{S_{п}} = \mu \cdot \frac{S_{др}}{S_{п}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot \left(p_1 - \frac{F}{S_{п}} \right)}.$$

Отсюда видно, что скорость поршня зависит от площади проходного сечения дросселя и усилия на штоке.

Возможна также последовательная установка дросселя на выходе после гидродвигателя (см. рис. 4.6, *б*). Как и в предыдущей схеме, давление p_1 в нагнетательной гидролинии поддерживается постоянным с помощью переливного клапана. Скорость поршня в этом случае равна

$$v_{п} = \frac{Q}{S_{п}} = \mu \cdot \frac{S_{др}}{S_{п}} \cdot \sqrt{\frac{2}{\rho} \cdot \left(p_1 \pm \frac{F}{S_{п}} \right)}.$$

Машинное управление гидроприводом характерно тем, что изменение скорости выходного звена достигается изменением рабочего объема насоса, либо гидродвигателя, либо одновременно изменением рабочего объема того и другого. В этом случае при отсутствии утечек справедливы соотношения:

$$Q_H = Q_M; \quad V_{0H} \cdot n_H = V_{0M} \cdot n_M,$$

где Q_H – подача насоса; Q_M – расход через гидромотор; V_{0H} и V_{0M} – рабочие объемы насоса и гидромотора; n_H и n_M – частоты вращения насоса и гидромотора.

Давление в такой системе изменяется в зависимости от нагрузки гидромотора:

$$p_H = \Delta p_{ГМ} + \Delta p_{тр} = 2 \cdot \pi \cdot \frac{M_{ГМ}}{V_{0M}} + \Delta p_{тр},$$

где $\Delta p_{ГМ}$ и $M_{ГМ}$ – перепад давления и крутящий момент на валу гидромотора; $\Delta p_{тр}$ – потери давления на трение в трубопроводах.

Мощность, потребляемая гидроцилиндром, определяется по формуле

$$N_{ц} = \frac{F \cdot v_{п}}{\eta_{ц}},$$

где $\eta_{ц}$ – полный КПД гидроцилиндра.

Мощность мотора определяется по формуле

$$N_M = \frac{M \cdot \omega}{\eta_{ГМ}},$$

где $\omega = \pi \cdot n_M / 30$ – угловая скорость вала гидромотора; $\eta_{ГМ}$ – полный КПД гидромотора.

Общий (полный) КПД гидропривода определяется как отношение полезной мощности $N_{п}$ (мощности гидродвигателя) к затраченной мощности N (мощность, потребляемая насосом):

$$\eta_{\text{общ.пр}} = \frac{N_{п}}{N} \cdot 100, \%$$

Затрачиваемая мощность определяется по фактическим параметрам насоса:

$$N = \frac{Q_H \cdot P_H}{\eta_H}, \text{ Вт},$$

где η_H – общий КПД насоса, принимается по его техническим характеристикам.

Задачи

4.1. Определить силу F_H (рис. 4.1), которую необходимо приложить к поршню диаметром $D_H = 80$ мм, чтобы обеспечить перемещение поршня в гидроцилиндре со скоростью $v_{пц} = 6$ см/с. Диаметр гидроцилиндра $D_{ц} = 80$ мм; внешнее усилие $F_{ц}$. Длина трубопровода $l = 30$ м, диаметр $d = 10$ мм. На трубопроводе установлен дроссель, коэффициент гидравлического сопротивления которого $\zeta_{др} = 3$. Коэффициент вязкости жидкости $\nu = 6$ сСт; плотность $\rho = 900$ кг/м³. Трубопровод считать гидравлически гладким.

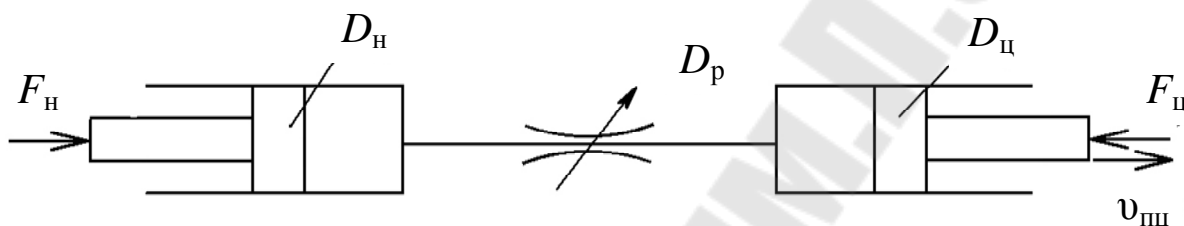


Рис. 4.1. Схема гидропривода к задаче 4.1

Исходные данные к задаче 4.1

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_{ц}$, кН	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2

4.2. Определить подачу насоса Q_H и давление нагнетания P_H , чтобы обеспечить перемещение поршня в гидроцилиндре (рис. 4.2) со скоростью $v_{п.ц} = 20$ см/с. Диаметр гидроцилиндра $D_{ц} = 100$ мм; внешнее усилие $F_{ц}$. Длина трубопровода $l = 100$ м, диаметр $d = 20$ мм. Параметры рабочей жидкости: коэффициент вязкости жидкости $\nu = 10$ сСт; плотность $\rho = 900$ кг/м³. Коэффициент гидравлического трения трубопровода $\lambda = 0,03$. Определить режим движения жидкости в трубопроводе.



Рис. 4.2. Схема гидропривода к задаче 4.2

Исходные данные к задаче 4.2

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$F_{ц}, \text{кН}$	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8	2,0

4.3. Рабочая жидкость (коэффициент вязкости жидкости $\nu = 30 \text{ сСт}$; плотность $\rho = 800 \text{ кг/м}^3$) поступает в гидроцилиндр по трубопроводу длиной l с внутренним диаметром $d = 10 \text{ мм}$. Подача жидкости $Q = 0,45 \text{ л/с}$. Определить потери давления в трубопроводе. Как изменятся потери давления в трубопроводе при нагревании жидкости, когда ее вязкость станет равной $\nu = 10 \text{ сСт}$. Трубопровод считать гидравлически гладким.

Исходные данные к задаче 4.3

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l, \text{м}$	2	5	8	10	15	18	20	22	25	30

4.4. Определить силу F (рис. 4.3), которую нужно приложить к поршню насоса диаметром D , чтобы подавать в бак постоянный расход масла Q (коэффициент вязкости жидкости $\nu = 0,1 \text{ Ст}$; плотность $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$). Высота подъема жидкости H_0 . Избыточное давление в напорном баке $p_0 = 0,15 \text{ МПа}$. Длина трубопровода $l = 50 \text{ м}$, диаметр $d = 50 \text{ мм}$. Абсолютная шероховатость трубопровода $\Delta = 0,05 \text{ мм}$. Коэффициент сопротивления вентиля $\zeta = 0,6$. Остальные местные потери не учитывать.

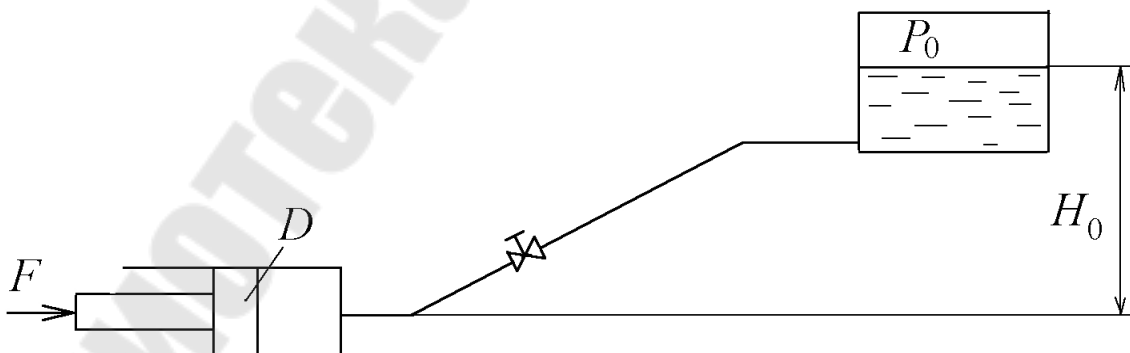


Рис. 4.3. Схема к задаче 4.4

Исходные данные к задаче 4.4

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D , мм	60	70	80	90	100	120	140	160	180	200
Q , л/с	5	7	10	10	12	14	18	24	28	32
H_0 , м	25	20	20	18	16	14	10	14	16	18

4.5. По горизонтальному трубопроводу длиной L перекачивается нефть (коэффициент вязкости жидкости $\nu = 0,2$ Ст; плотность $\rho = 800$ кг/м³). Массовый расход M . Падение давления в трубопроводе не должно превышать $\Delta p = 2$ МПа. Абсолютная шероховатость трубопровода $\Delta = 0,1$ мм. Определить диаметр трубы.

Исходные данные к задаче 4.5

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L , км	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
M , т/час	300	280	260	240	220	200	180	160	140	120

4.6. Определить подачу насоса и давление в его выходном сечении при заданной силовой нагрузке гидроцилиндра F и его скорости штока $v_{\text{шт}} = 0,15$ м/с (рис. 4.4, а). Какую мощность насос передает маслу, если коэффициент сопротивления всасывающего патрубка $\zeta_{\text{вс}} = 1,2$? Коэффициент вязкости жидкости $\nu = 10$ сСт; плотность $\rho = 880$ кг/м³. Диаметр соединительных трубок $d = 1,4$ см, их длина $l = 10$ м; диаметр штока $d_{\text{шт}} = 0,3 \cdot D$; D – диаметр поршня.

Исходные данные к задаче 4.6

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , кН	15	6	10	4	5	8	10	12	17	20
D , мм	60	50	40	32	25	36	45	55	70	80

4.7. Определить скорость перемещения штока гидроцилиндра (выдвижения и движения вовнутрь), если подача насоса $Q_{\text{н}}$. Определить расходы жидкости идущей на слив из гидроцилиндра при выдвижении штока и движения его во внутрь (рис. 4.4, б). Диаметр поршня $D = 100$ мм, диаметр штока $d_{\text{шт}} = 60$ мм.

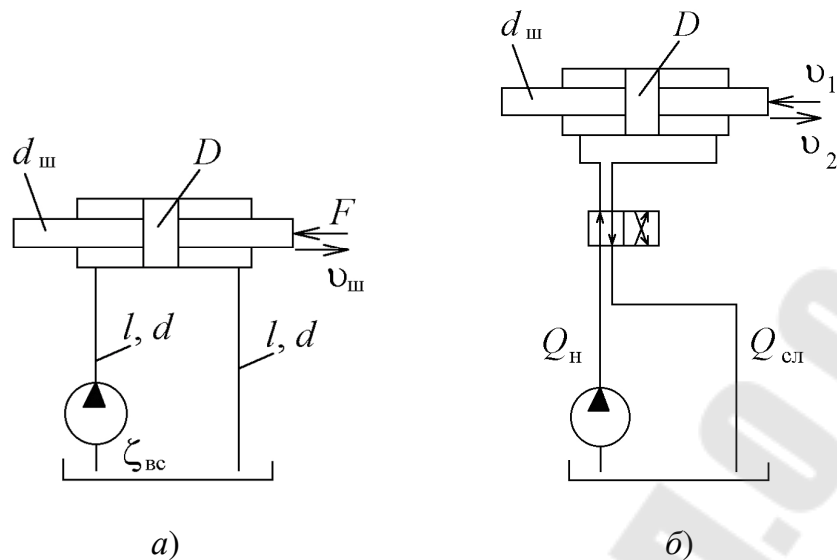


Рис. 4.4. Схемы гидроприводов к задачам 4.6 и 4.7

Исходные данные к задаче 4.7

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q_n , л/мин	20	30	40	50	60	70	80	100	120	150

4.8. Напорная гидролиния объемного гидропривода имеет длину $l = 4,8$ м, диаметр $d = 20$ мм, сливная – $l_1 = 3,5$ м, диаметр $d_1 = 32$ мм (рис. 4.5, а), подача насоса Q , рабочая жидкость – масло индустриальное ИС-30 ($\rho = 890$ кг/м³).

Пренебрегая утечками жидкости в гидроаппаратуре, построить график зависимости потерь давления в обеих гидролиниях от температуры рабочей жидкости. В расчетах учесть местные сопротивления колен $\zeta_k = 0,5$; распределителя $\zeta_p = 2$ и фильтра $\zeta_f = 12$.

Исходные данные к задаче 4.8

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q_n , л/мин	40	63	52	81	76	49	45	56	74	96

4.9. Скорость движения поршня гидроцилиндра регулируется с помощью дросселя, проходное сечение которого в данный момент равно $S = 40$ мм², а коэффициент расхода $\mu = 0,65$. Диаметр поршня $D = 80$ мм, его ход $h = 360$ мм. Определить время движения поршня, если усилие на штоке F , давление перед дросселем $p_1 = 1,3$ МПа. Жидкость – масло АМГ-10 ($\rho = 850$ кг/м³). Потерями давления в гидролинии между дросселем и гидроцилиндром пренебречь.

Исходные данные к задаче 4.9

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , кН	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,0	4,2	4,5	4,8

4.10. Жидкость ($\rho = 900 \text{ кг/м}^3$) через дроссель подается в поршневую полость гидроцилиндра диаметром $D = 100 \text{ мм}$. Определить давление жидкости перед дросселем, при котором поршень будет перемещаться со скоростью $v_{\text{пш}} = 5 \text{ см/с}$, если усилие на штоке F , проходное сечение дросселя $S_{\text{др}} = 8 \text{ мм}^2$, а коэффициент расхода $\mu = 0,66$ (рис. 4.5, б). Объемный КПД гидроцилиндра $\eta_o = 0,98$. Трением поршня в гидроцилиндре и давлением в штоковой полости пренебречь.

Исходные данные к задаче 4.10

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , кН	1,8	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,8	4,0

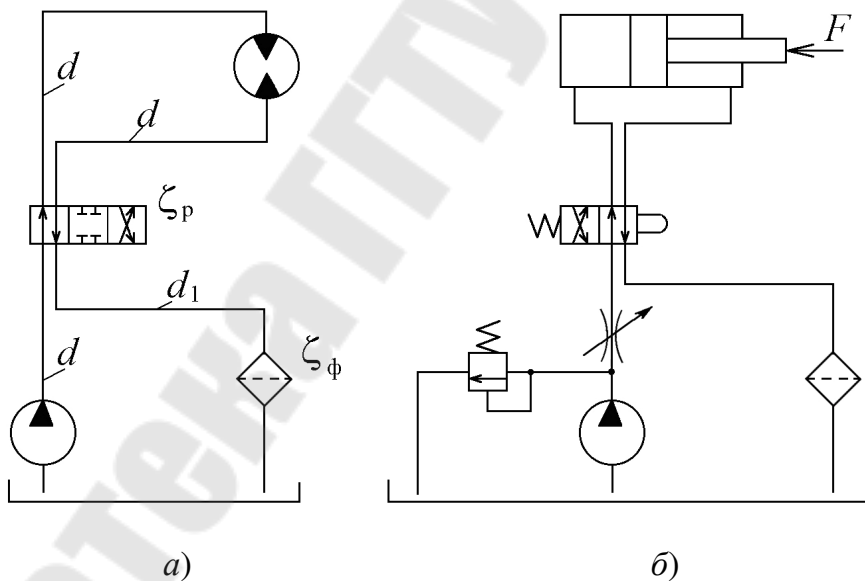


Рис. 4.5. Схемы гидроприводов к задачам 4.8–4.10

4.11. В гидроприводе с машинным управлением (рис. 4.6, а) применен регулируемый аксиально-поршневой насос, характеризующийся следующими параметрами: количество поршней $z = 7$, диаметры поршней $d = 15 \text{ мм}$, диаметр окружности цилиндров $D = 40 \text{ мм}$, частота вращения $n = 960 \text{ об/мин}$, угол наклона диска $\gamma = 0\text{--}30^\circ$.

Построить график изменения скорости перемещения поршня гидроцилиндра в зависимости от угла γ , если диаметр гидроцилиндра D_1 , диаметр штока $d_{шт}$. Утечками жидкости пренебречь.

Исходные данные к задаче 4.11

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D_1 , мм	40	50	63	63	80	80	100	100	110	125
$d_{шт}$, мм	18	22	28	40	36	50	45	63	50	56

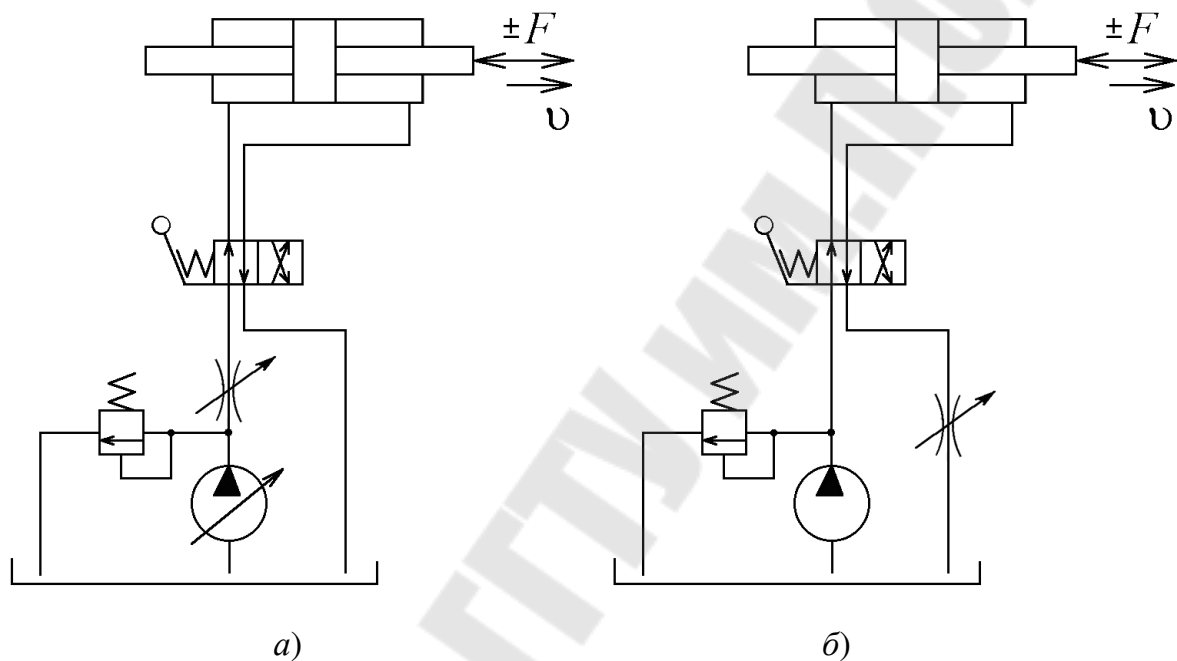


Рис. 4.6. Схемы гидроприводов к задаче 4.11

4.12. Определить КПД объемного гидропривода (рис. 4.7, а), насос которого развивает давление $p_n = 9,5$ МПа при подаче $Q_n = 1,2$ л/с и КПД $\eta = 0,80$; а аксиально-поршневой мотор имеет следующие параметры: частота вращения $n = 1100$ об/мин, диаметры цилиндров $d = 16$ мм, количество цилиндров $z = 12$, диаметр окружности центров цилиндров $D = 82$ мм, угол наклона диска $\gamma = 20^\circ$, механический КПД $\eta_{гм} = 0,85$. Напорная гидролиния имеет длину l_n , диаметр $d_n = 21$ мм, сливная – l_c , диаметр $d_c = 33$ мм. Жидкость – масло промышленное ИС-30 при температуре 50°C ($\rho = 890$ кг/м³). Потери давления на местных сопротивлениях принять равными 90 % от потерь на трение.

Исходные данные к задаче 4.12

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l_n , м	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5
l_c , м	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	13,5

4.13. Определить мощность и КПД объемного гидропривода поступательного движения (рис. 4.5, б), если гидроцилиндр имеет диаметр D , механический КПД гидроцилиндра $\eta_m = 0,96$, объемный КПД гидроцилиндра $\eta_o = 0,99$. Насос имеет подачу $Q_n = 1,1$ л/с, КПД $\eta = 0,85$ и развивает давление $p_n = 1,6$ МПа. Напорная гидролиния имеет длину $l_n = 6$ м, диаметр $d_n = 19,2$ мм; сливная – $l_c = 10$ м, диаметр $d_c = 24$ мм; всасывающая – $l_{bc} = 2$ м, диаметр $d_{bc} = 39$ мм. Жидкость – масло турбинное Т-30 при температуре 50 °С ($\rho = 890$ кг/м³).

Исходные данные к задаче 4.13

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D , мм	80	100	110	125	140	160	180	200	220	250

4.14. Регулирование скорости вращения вала гидромотора осуществляется дросселем, установленным последовательно в напорной гидролинии (рис. 4.7, а). Определить минимальную частоту вращения вала гидромотора из условия допустимой потери мощности в гидроклапане $N_{кл}$, установленном параллельно насосу, если давление нагнетания насоса $p_n = 6,3$ МПа, его подача $Q_n = 30$ л/мин, рабочий объем гидромотора $V_0 = 22,8$ см³, его объемный КПД $\eta_o = 0,95$.

Исходные данные к задаче 4.14

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$N_{кл}$, кВт	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0

4.15. Насос, работающий в составе объемного гидропривода вращательного движения (рис. 4.7, а), имеет подачу Q_n и давление $p_n = 4,23$ МПа. Определить частоту вращения вала гидромотора с рабочим объемом $V_0 = 46$ см³ и КПД гидропривода, если крутящий момент на валу гидромотора $M = 30$ Н·м; объемные КПД насоса и гидромотора равны $\eta_{o,n} = 0,96$, $\eta_{o,m} = 0,95$; механические КПД насоса и гидромотора равны $\eta_{m,n} = 0,98$, $\eta_{m,m} = 0,97$; потери давления в гидролиниях и гидроаппаратах $\Delta p = 54$ кПа.

Исходные данные к задаче 4.15

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Q_n , л/мин	5,8	9,7	12,7	15	19,4	27,9	33	35,7	36,9	53,8

4.16. В объемном гидроприводе вращательного движения с дроссельным управлением гидродроссель установлен на выходе (рис. 4.7, б). Частота вращения гидромотора $n = 1600$ об/мин, момент на валу M , рабочий объем $V_{0м}$, механический КПД $\eta_{м.м}$, объемный – $\eta_{о.м}$. Потери давления в золотниковом гидрораспределителе $\Delta p_p = 0,2$ МПа; дросселе $\Delta p_{др} = 0,5$ МПа; фильтре $\Delta p_{ф} = 0,1$ МПа. Потери давления в трубопроводах составляют 5 % перепада давления в гидромоторе. Подача насоса на 10 % больше расхода гидромотора, КПД насоса $\eta = 0,88$. Определить КПД гидропривода.

Исходные данные к задаче 4.16

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M , Н · м	22	44	115	179	370	600	940	1500	2380	3780
$V_{0м}$, см ³	16	32	80	125	100	160	250	400	630	1000
$\eta_{м.м} / \eta_{о.м}$	0,9/0,94	0,9/0,98	0,92/0,98	0,92/0,98	0,95/0,95					

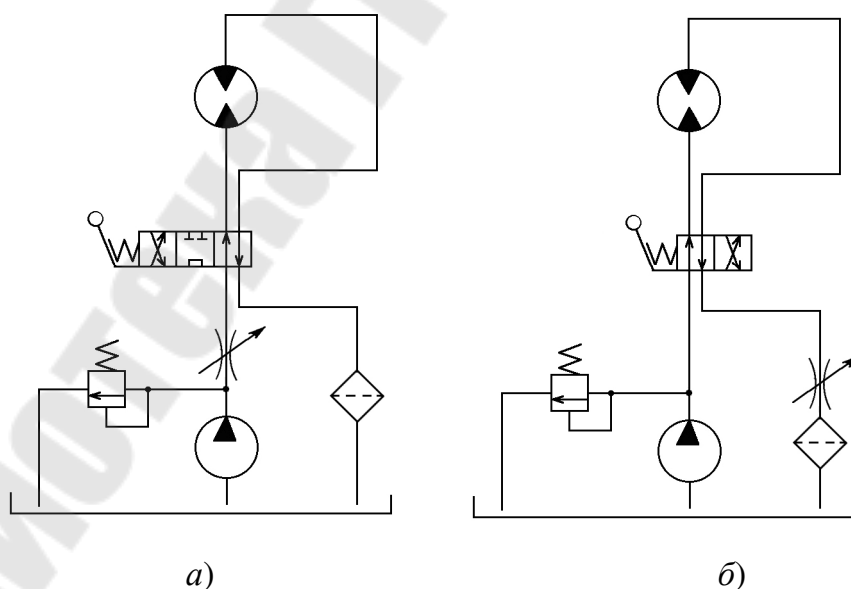


Рис. 4.7. Схемы гидроприводов к задачам 4.12–4.16

4.17. Определить мощность, потребляемую насосом объемного гидропривода с дроссельным регулированием (рис. 4.8, а), потери

мощности из-за слива масла через клапан и КПД гидропривода, если усилие на штоке гидроцилиндра F , потери давления в напорной линии при движении поршня вправо $\Delta p_{\text{п}} = 0,2$ МПа, расход масла через клапан $Q_{\text{кл}} = 1,55$ л/мин, механический и объемный КПД гидроцилиндра $\eta_{\text{м}} = 0,97$, $\eta_{\text{о}} = 1$; КПД насоса $\eta_{\text{н}} = 0,80$. Диаметр поршня $D = 125$ мм, диаметр штока $d = 63$ мм. Дроссель настроен на пропуск расхода $Q_{\text{др}} = 12$ л/мин. Утечками масла в гидроаппаратуре пренебречь.

Исходные данные к задаче 4.17

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F , кН	20	30	41	50	55	60	63	70	74	81

4.18. Насос объемного гидропривода с дроссельным регулированием (рис. 4.8, б) развивает давление $p_{\text{н}} = 10$ МПа и постоянную подачу, при которой максимальная частота вращения вала гидромотора $n = 2200$ об/мин. Определить потери мощности из-за слива рабочей жидкости через клапан при частоте вращения вала гидромотора $n_1 = 1500$ об/мин, если рабочий объем гидромотора $V_0 = 20$ см³, а его объемный КПД $\eta_{\text{о}} = 0,97$.

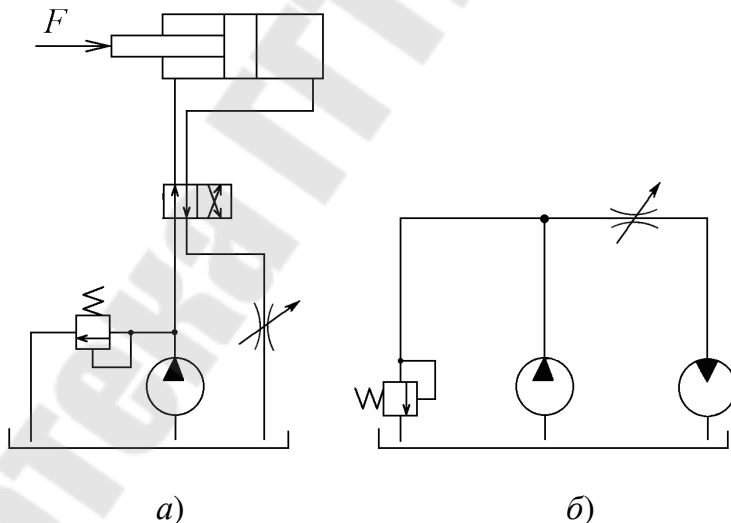


Рис. 4.8. Схемы гидроприводов к задачам 4.17 и 4.18

Исходные данные к задаче 4.18

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_{\text{н}}$, МПа	5	6,3	10	12,5	14	16	18	20	21	25

4.19. Насос объемного гидропривода (рис. 4.9, а) развивает давление $p_n = 7,5$ МПа и постоянную подачу $Q_n = 50$ л/мин. Поршни гидроцилиндров ($D = 160$ мм, $d = 80$ мм) перемещаются вверх с одинаковой скоростью.

Определить скорость движения поршней и потери из-за слива через гидроклапан, если гидродроссель настроен на пропуск расхода $Q_{др}$, а объемные КПД гидроцилиндров $\eta_o = 0,99$. Утечками масла в гидроаппаратуре пренебречь.

Исходные данные к задаче 4.19

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$Q_{др}$, л/мин	7,2	8,1	9,4	10,6	11,3	12,5	13,7	14,9	15,8	16,0

4.20. Вал гидромотора 1 с рабочим объемом $V_{o1} = 25$ см³ вращается с частотой $n_1 = 800$ об/мин. Определить частоту вращения вала гидромотора 2 (рис. 4.11, б) с рабочим объемом $V_{o2} = 32$ см³, если подача насоса $Q_n = 42$ л/мин, утечки масла в гидроаппаратуре $q = 5$ см³/с, а объемные КПД обоих гидромоторов $\eta_o = 0,98$.

Исходные данные к задаче 4.20

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
q , см ³ /с	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

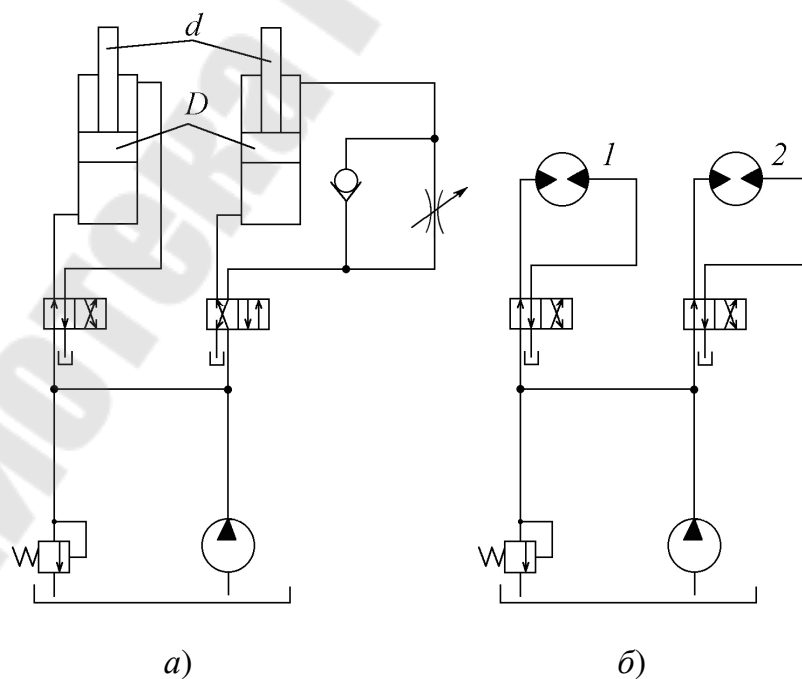


Рис. 4.9. Схемы гидроприводов к задачам 4.19 и 4.20

Литература

1. Навроцкий, К. Л. Теория и проектирование гидро- и пневмоприводов : учеб. для студентов вузов по специальности «Гидравлические машины, гидроприводы и гидропневмоавтоматика» / К. Л. Навроцкий. – Москва : Машиностроение, 1991.

2. Свешников, В. К. Станочные гидроприводы : справ. / В. К. Свешников, А. А. Усов. – Москва : Машиностроение, 2004. – (Сер. «Библиотека конструктора»).

3. Свешников, В. К. Гидрооборудование : междунар. кат. / В. К. Свешников. – Москва : Машиностроение, 1995.

4. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидроприводам / под общ. ред. Б. Б. Некрасова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Минск : Выш. шк., 1985. – 382 с.

Приложение

Условные графические обозначения элементов гидравлических систем

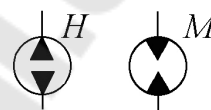
Гидробак, открытый под атмосферным давлением (рисуеться произвольно)



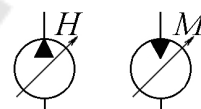
Насос и гидромотор постоянной производительности с одним направлением потока



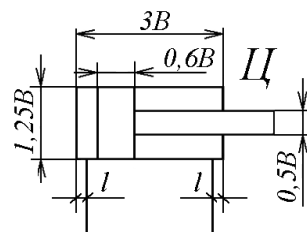
Реверсивные насос и гидромотор постоянной производительности



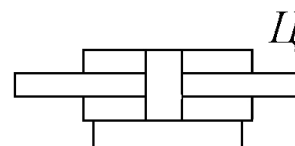
Насос и гидромотор с регулируемой производительностью



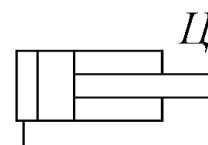
Гидроцилиндр с одним штоком и двумя рабочими полостями (двустороннего действия)



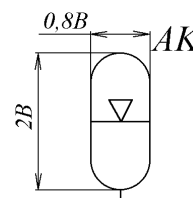
Двухштоковый гидроцилиндр двустороннего действия



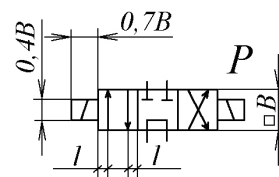
Гидроцилиндр с одним штоком одностороннего действия



Аккумулятор пневмогидравлический



Распределитель 4/3 с электромагнитным управлением, с соединением нагнетательной и сливной линий и запертыми отводами



Распределитель 4/2 с управлением от кулачка (механическим управлением) и пружинным возвратом



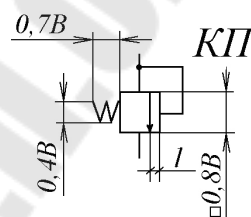
Распределитель 4/2 с управлением от рукоятки и пружинным возвратом



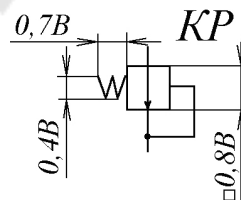
Распределитель 4/2 с гидравлическим управлением и пружинным возвратом



Клапан предохранительный прямого действия



Клапан редукционный прямого действия



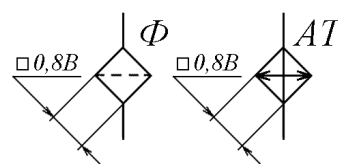
Клапан обратный



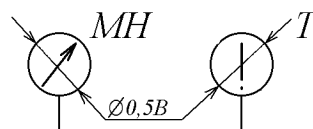
Регулируемый дроссель (рисуеться произвольно)



Фильтр и аппарат теплообменный (теплообменник)



Манометр и термометр



$B = 5; 10; 15; 20\dots$ – размер стороны распределителя, выбирается в зависимости от формата чертежа и насыщенности гидросхемы (чертеж должен занимать $2/3$ всего формата).

$$l = 0,25 \cdot B.$$

Содержание

Тема 1. Нормативно-технические документы.....	3
Тема 2. Построение гидравлических схем.....	6
Тема 3. Расчет устойчивого гидропривода.....	11
Тема 4. Расчет простого гидропривода.....	19
Литература.....	32
Приложение	33

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Андреевец Юлия Ахатовна
Сериков Юрий Викторович

ТЕОРИЯ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГИДРОПНЕВМОСИСТЕМ

**Методические указания
к контрольным работам
для студентов специальности 1-36 01 07
«Гидропневмосистемы мобильных
и технологических машин»
заочной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Редактор *Н. В. Гладкова*
Компьютерная верстка *М. В. Аникеенко*

Подписано в печать 16.03.10.

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

Ризография. Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,98.

Изд. № 233.

E-mail: ic@gstu.by

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0549424 от 08.04.2009 г.

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.