



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Гидравлика, гидропневмоавтоматика и тепловые
процессы»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ к лабораторным работам по

Структурному и параметрическому проектированию

Автор
Антоненко В.И.

Ростов-на-Дону, 2013





Аннотация

Лабораторный практикум по структурному и параметрическому проектированию ГПС состоит из цикла лабораторных работ с кратким изложением теории и вопросов для самостоятельной подготовки, используемых при изучении дисциплин «Структурное и параметрическое проектирование ГПС», «Инновационные методы проектирования ГПС» для студентов всех форм обучения направления 222000 «Инноватика» профиль «Управление инновациями в промышленности»

Автор

В. И. Антоненко, доцент, к.т.н.





Оглавление

Введение	4
Лабораторная работа №1	6
Лабораторная работа №2	8
Лабораторная работа №3	9
Приложение 1	11
Приложение 2	14
Рекомендуемая литература	17



ВВЕДЕНИЕ

Проектирование ГПС начинается с синтеза исходного варианта ее структуры (выбор структурной и принципиальных схем.). Для оценки этого варианта создается математическая модель. После выбора исходных значений параметров элементов выполняется анализ варианта, по результатам которого становится возможной его оценка, проводимая по проверке выполнения условий работоспособности, сформулированной в ТЗ. Если условия работоспособности выполняются в должной мере, то полученное проектное решение принимается, исходный вариант структуры описывается в принятой форме, и формулируется ТЗ на проектирование элементов данного уровня. Если полученное проектное решение неудовлетворительно, выбирается один из возможных путей улучшения проекта. Обычно проще осуществить изменение числовых значений параметров элементов. Если модификации целенаправленны и подчинены стратегии поиска наилучшего значения некоторого показателя качества, то процедура параметрического синтеза является процедурой оптимизации. Возможно, что путем параметрического синтеза не удастся добиться приемлемой степени выполнения условий работоспособности. Тогда используют другой путь, связанный с модификацией структуры. Новый вариант структуры синтезируется, и для него повторяются процедуры формирования модели и параметрического анализа. Если не удастся получить приемлемое проектное решение и на этом пути, то ставится вопрос о корректировке ТЗ, сформулированного на предыдущем этапе проектирования. Такая корректировка может потребовать повторного выполнения ряда процедур, что и обуславливает итерационный характер проектирования. В приведенных в методическом указании работах решается задача конкретного шага итерационного процесса проектирования, а именно синтез структуры гидропневмосистемы.

Автоматизированный цикловой гидропривод включает в себя два гидравлических контура, которые имеют единую насосную установку, которая должна обеспечить оптимальный по к.п.д. режим функционирования. Рекомендуемые схемы насосных установок приведены на рис.2. и рис.3.

Контура функционируют последовательно, выполняя после запуска все элементы цикла каждого из контуров. До запуска и по окончании рабочего цикла, выполняемого в автоматическом режиме, насосная установка должна функционировать в режиме разгрузки.



Структурное и параметрическое проектирование

В соответствии с исходными данными по рабочим циклам контуров и дополнительными требованиями, предъявляемыми к ним для лабораторных работ разработать и привести структурные и принципиальные схемы гидропривода, циклограммы работы контуров. Дать описание разработанным схемам и обоснование принимаемым решениям.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №1

Исходные данные к работе:

Заданный рабочий цикл привода 1-го контура:

1. Исходное положение «Стоп»
2. Быстрый подвод вниз с $\mathcal{G}_{БП}$.
3. Рабочий ход вниз с $\mathcal{G}_{РП}$.
4. Реверс движения.
5. Быстрый отвод вверх с $\mathcal{G}_{БО} > \mathcal{G}_{БП} > \mathcal{G}_{РП}$.

Дополнительные требования:

- расположение силового цилиндра вертикальное;
- скорости рабочих ходов регулируются дросселем на «выходе» со стабилизацией расхода;
- обратный ход поршня цилиндра с постоянной максимальной скоростью;
- команда на реверс движения поршня от конечных выключателей;
- управление распределителем электрогидравлическое;
- уравнивание веса перемещаемых частей;
- принудительный теплоотвод из системы;
- останов в любом положении поршня с разгрузкой насоса.

Заданный рабочий цикл привода 2-го контура:

1. Исходное положение «Стоп»
2. Быстрый подвод стола вправо с $\mathcal{G}_{БП}$.
3. Рабочий ход вправо с $\mathcal{G}_{РП1}$.
4. Рабочий ход вправо с $\mathcal{G}_{РП}$.
5. Реверс движения.
6. Быстрый отвод стола с $\mathcal{G}_{БО} > \mathcal{G}_{БП} > \mathcal{G}_{РП}$.

Дополнительные требования:

- расположение силового цилиндра горизонтальное;
- скорости рабочего хода регулируются дросселями,
- стабилизированы по нагрузке $\mathcal{G}_{РП1} = 1,2 * \mathcal{G}_{РП}$;
- команда на реверс стола, изменение скорости поступает



Структурное и параметрическое проектирование

- от упоров, действующих на конечные выключатели;
- обратный ход с постоянной скоростью;
- управление циклом работы – от распределителя;
- в положении «СТОП» обеспечить разгрузку насоса;
- дроссель совместно с 3-позиционным распределителем образуют трехскоростную панель.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Исходные данные:

Заданный рабочий цикл привода 1-го контура:

1. Исходное положение «Стоп».
2. Быстрый подвод вправо с $\vartheta_{\text{БП}}$.
3. Рабочий ход вправо с $\vartheta_{\text{РП}}$.
4. Выдержка на упоре $t_{\text{в}} = 3 \text{ с}$.
5. Быстрый отвод с $\vartheta_{\text{БО}} > \vartheta_{\text{БП}} > \vartheta_{\text{РП}}$.

Дополнительные требования:

- расположение силового цилиндра горизонтальное;
- скорость рабочего хода регулируемая;
- скорость обратного хода постоянная с использованием полного расхода насосной установки;
- разгрузка насосной установки в положении «Стоп»;
- скорость быстрого подвода нерегулируемая с использованием суммарного расхода насосной установки.

Заданный рабочий цикл привода 2-го контура:

1. Исходное положение «Стоп»
2. Быстрый подвод влево с $\vartheta_{\text{БП}}$.
3. Рабочий ход влево с $\vartheta_{\text{РП}}$.
4. Реверс движения.
5. Быстрый отвод с $\vartheta_{\text{БО}} > \vartheta_{\text{БП}} > \vartheta_{\text{РП}}$.

Дополнительные требования:

- расположение силового механизма горизонтальное;
- скорости рабочего хода регулируются дросселем, но без стабилизирующих расход устройств;
- скорость обратного хода нерегулируемая с использованием полного расхода насосной станции;
- разгрузка насосной установки в положении «Стоп»;
- управление распределителями электрогидравлическое;
- движение стола обеспечивает гидромотор через зубчатую передачу и передачу шестерня-рейка.



ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Исходные данные к работе:

Заданный рабочий цикл привода 1-го контура

1. Исходное положение «Стоп».
2. Рабочий ход вправо с $\mathcal{G}_{РП}$.
3. Выдержка на упоре.
4. Быстрый отвод влево $\mathcal{G}_{БО} > \mathcal{G}_{РП}$.

Дополнительные требования:

- расположение силового цилиндра горизонтальное;
- скорости рабочего хода регулируемые;
- скорости обратного хода постоянные максимальные;
- разгрузка насоса в положении «Стоп»;
- управление распределителем гидравлическое от упоров ;
- время реверсирования движения протяжки не регулируется;
- - остановка протяжки в любом положении поршня гидроцилиндра;
- система остается заполненной при отключенном насосе.

Заданный рабочий цикл привода 2-го контура:

1. Исходное положение «Стоп».
2. Быстрый подвод вверх с $\mathcal{G}_{БП}$.
3. Рабочий ход вверх с $\mathcal{G}_{РП}$.
4. Реверсирование движения.
5. Быстрый отвод вниз с $\mathcal{G}_{БО} > \mathcal{G}_{БП} > \mathcal{G}_{РП}$.

Дополнительные требования:

- расположение силового цилиндра подачи вертикальное;
- рабочая скорость головки регулируемая;
- скорость $\mathcal{G}_{БО}$ и $\mathcal{G}_{БП}$ постоянные, более низкая скорость обеспечивается регулируемым дросселем;
- уравнивание веса перемещающихся частей вертикально- сверлильной головки;
- разгрузка насоса при остановке цилиндра в любом положении;



Структурное и параметрическое проектирование

- управление распределителем для реверсирования движения
- гидравлическое.



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Пример выполнения лабораторной работы (выполнен без структурной схемы и кратким обоснованием решений).

Исходные данные:

Заданный рабочий цикл привода 1-го контура:

1. Исходное положение «Стоп».
2. Быстрый подвод вправо с $\mathcal{G}_{\text{БП}}$.
3. Рабочий ход вправо с $\mathcal{G}_{\text{РП}}$.
4. Выдержка на упоре $t_{\text{в}} = 3 \text{ с}$.
5. Быстрый отвод с $\mathcal{G}_{\text{БО}} > \mathcal{G}_{\text{БП}} > \mathcal{G}_{\text{РП}}$.

Дополнительные требования:

- расположение силового цилиндра горизонтальное;
- скорость рабочего хода регулируемая;
- скорость обратного хода постоянная с использованием полного расхода насосной установки;
- разгрузка насосной установки в положении «Стоп»;
- скорость быстрого подвода нерегулируемая с использованием суммарного расхода насосной установки.
-

Заданный рабочий цикл привода 2-го контура:

1. Исходное положение «Стоп»
2. Быстрый подвод вправо с $\mathcal{G}_{\text{БП}}$.
3. Рабочий ход вправо с $\mathcal{G}_{\text{РП}}$.
4. Реверс движения.
5. Быстрый отвод с $\mathcal{G}_{\text{БО}} > \mathcal{G}_{\text{БП}} > \mathcal{G}_{\text{РП}}$.

Дополнительные требования:

- расположение силового механизма горизонтальное;
- скорости рабочего хода регулируются дросселем, но без стабилизирующих расход устройств;
- скорость обратного хода нерегулируемая с использованием полного расхода насосной станции;



Структурное и параметрическое проектирование

- разгрузка насосной установки в положении «Стоп»;
- управление распределителями электрогидравлическое;
- движение стола обеспечивает гидромотор через зубчатую
- передачу и передачу шестерня-рейка.

Описание принципиальной схемы гидропривода.

Принципиальная гидрокинематическая схема привода представлена на рис3.

Для разрабатываемого привода в соответствии с заданием используем насосно-аккумуляторную установку с предохранительно-переливным клапаном КП и обратным клапаном КО1, обеспечивающим выдержку на упоре при разгрузке насоса Н с минимальными потерями и возможность использовать насос Н, имеющий минимальный рабочий объем.

Для регулирования движения рабочих органов гидроцилиндра Ц и гидромотора М используются дроссели ДР1 и ДР2, установленные на выходе гидродвигателей Ц и М. В режимах быстрого отвода для 1-го и 2-го контуров расход, поступающий в гидродвигатели обеспечивается подачей насоса Н и гидравлического аккумулятора АК. Для обеспечения выдержки на упоре и режима стоп с высоким к.п.д. в двух контурах используется реле давления РД, которое через систему управления обеспечивает включение и выключение электромагнита УА7, управляющего работой предохранительно-переливного клапана КП и электромагнитов УА1-УА6.

Элементы принципиальной гидравлической схемы привода: Н – насос, предназначен для нагнетания жидкости в систему привода,

Р1, Р2 – распределители двухкаскадные, четырехлинейные трехпозиционные, Р3, Р4 – двухпозиционные, с электрогидравлическим управлением, предназначены для обеспечения функционирования привода в соответствии с циклограммой; Ц, М – гидродвигатели, служат для преобразования энергии потока рабочей жидкости в возвратно-поступательное и вращательное движение рабочих органов. Ф – фильтр, предназначен для очистки рабочей жидкости; Б – бак, служит для хранения рабочей жидкости; SQ1-SQ5 – конечные выключатели, обеспечивающие управление по пути.



Структурное и параметрическое проектирование

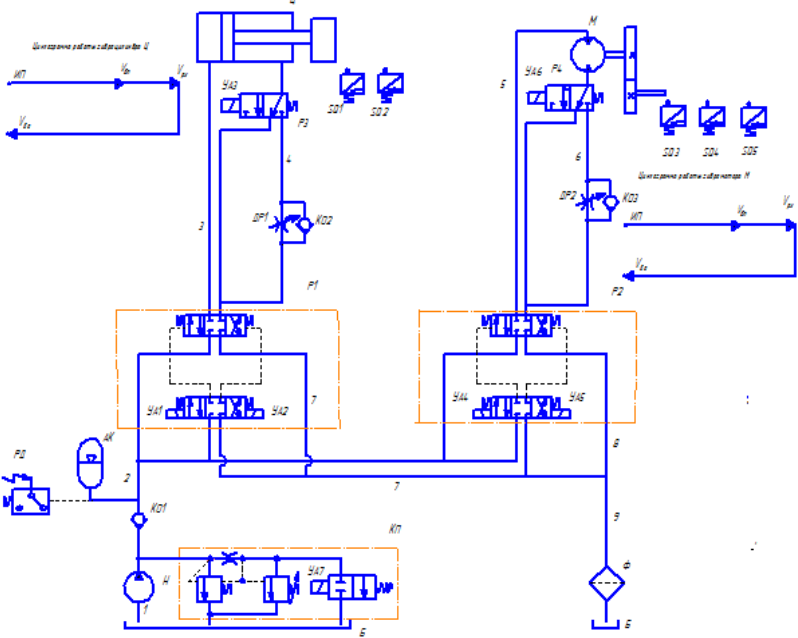


Рис.1 Принципиальная гидрокинематическая схема гидропривода.



ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Потери мощности потока жидкости существенно снижаются при использовании двухнасосной установки с двумя переливными клапанами (рис. 2). Эффект достигается комбинацией насоса высокого давления и малой подачи H_1 с насосом низкого давления и большой подачи H_2 . Насосы сочетаются соответственно с клапанами высокого КП и низкого давления КД, которые должны быть настроены на значения p_{H1} и p_{H2} . Между насосами установлен обратный клапан КО. В режимах быстрых перемещений гидропривода оба насоса при низком давлении p_{H1} подают жидкость в напорную гидролинию. В рабочих режимах работы гидропривода давление в напорной гидролинии возрастает до величины p_{H2} . При этом обратный клапан 11 закрывается. Насос H_2 подает жидкость через клапан низкого давления КД на слив. Насос H_1 , соединенный с клапаном КП высокого давления, подает жидкость в исполнительную часть гидропривода.

Полностью устранить потерю мощности вследствие перелива жидкости через клапан можно при использовании насосно-аккумуляторной установки (на рис. 3). Клапан КП является предохранительнопереливным. Избыток жидкости в периоды рабочих ходов гидропривода поступает в аккумулятор АК. После полной зарядки аккумулятора жидкостью электрическое реле давления РД включает разгрузочный гидрораспределитель клапана КП.

При этом жидкость сливается по открытой гидролинии в бак и, следовательно, насос H разгружается. В режимах быстрых перемещений гидропривода насос H и аккумулятор АК одновременно подают рабочую жидкость под давлением в нагнетательную гидролинию. Аккумулятор должен заряжаться жидкостью при повторяющейся циклической работе гидропривода во время остановок и рабочих ходов.

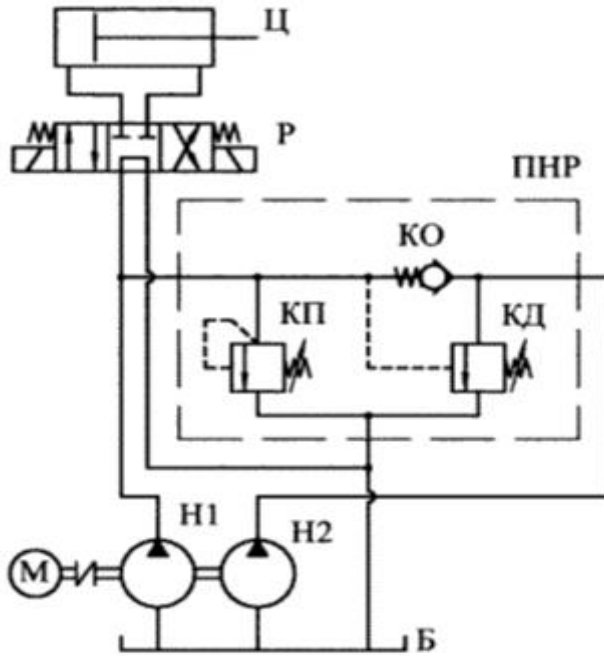


Рис.2 Схема привода с двухнасосной насосной установкой

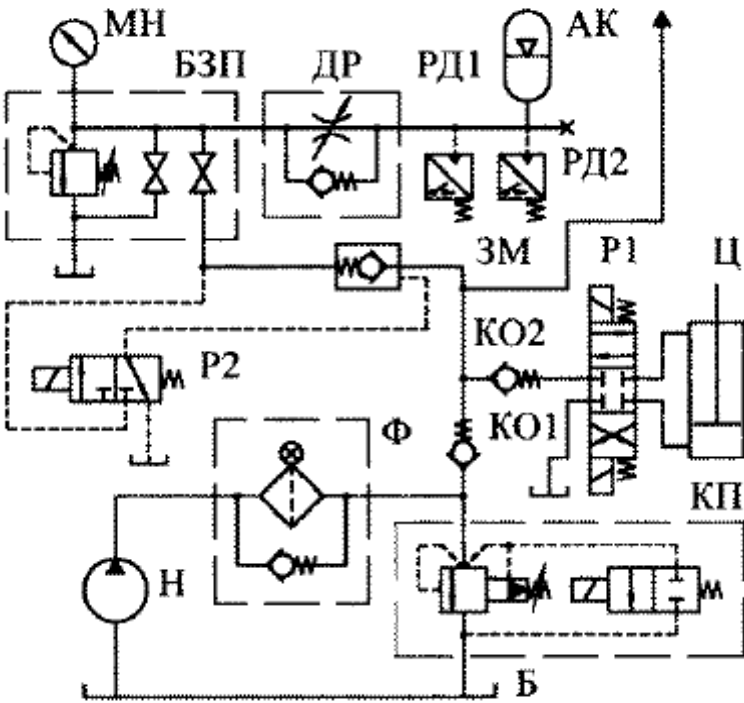


Рис.3 Схема привода с насосноаккумуляторной насосной установкой



РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник для ВУЗов/ А.В. Лепешкин, А.А. Михайлин, А.А. Шейпак. – М.: Изд-во Мин. образ. РФ, 2003.
2. Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.Б. и др. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы. – М.: Машиностроение, 2002г.
3. Х. Экснер и др. (Bosch Group). Гидропривод. Основы и компоненты. Учебный курс по гидравлике. Тои 1. 2003 год.
4. Гейер В. Г., Дулин В. С., Заря А. Н. Гидравлика и гидропривод: Учеб для вузов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Недра, 1991.
5. Лепешкин А. В., Михайлин А. А., Шейпак А. А. Гидравлика и гидропневмопривод: Учебник, ч.2. Гидравлические машины и гидропневмопривод. / под ред. А. А. Шейпака. — М.: МГИУ, 2003.
6. Схиртладзе А. Г., Иванов В. И., Кареев В. Н. Гидравлические и пневматические системы. — Издание 2-е, дополненное. М.: ИЦ МГТУ «Станкин», «Янус-К», 2003 г.
7. Кожухова А.В ,Чернавский В.А.,Тумаков А.А. Исследование характеристик объемного насоса, лабораторная работа №8 ДГТУ 2008
8. Сидоренко В.С.,Тумаков А.А.,Чернавский В.А. Испытания гидромотора, лабораторная работа №20 ДГТУ 2008
9. Наземцев А.С., Рыбальченко Д.Е. Пневматические и гидравлические приводы и системы Москва "Форум" 2007
10. ГОСТ 13825-801, ГОСТ 16516-80, ГОСТ 12445-80,ГОСТ 20245-74, ГОСТ 17408-86