

Составление и испытание принципиальных пневмосхем по условиям задачи

Цель:

1. Получить представление о структуре типовых гидро- и пневмоприводов.
2. Изучить основные условные графические обозначения, используемые на принципиальных гидро- и пневмосхемах гидро- и пневмоприводов.
3. Изучить принцип действия типовых гидро- и пневмопривода по принципиальным схемам.
4. Научиться составлять и испытывать принципиальные пневмосхемы по условиям задачи.

Объемным гидроприводом (ГП) называется совокупность объемных гидромашин, гидроаппаратуры, гидролиний (трубопроводов) и вспомогательных устройств, предназначенная для передачи энергии и преобразования движения посредством жидкости под давлением.

Объемным пневмоприводом (ПП) называется совокупность объемных пневмомашин, пневмоаппаратуры, пневмолиний (трубопроводов) и вспомогательных устройств, предназначенная для передачи энергии и преобразования движения посредством сжатого воздуха.

В общем случае *структура объемного гидро- и пневмопривода* представлена источником механической энергии, источником рабочей среды (жидкости или газа), управляющими (направляющими и регулируемыми) и вспомогательными устройствами, объемными двигателями и передачами (схема на рисунке 1).

Механическая энергия преобразуется *источником рабочей среды* (насосом для рабочей жидкости или компрессором для воздуха) в гидравлическую энергию, которая обратно превращается в механическую энергию в *объемном двигателе* для совершения работы.

В частности, к *объемным гидродвигателям*, относятся гидроцилиндры (возвратно-поступательное движение), гидромоторы (вращательное движение), поворотные гидродвигатели (поворот на угол $< 360^\circ$).

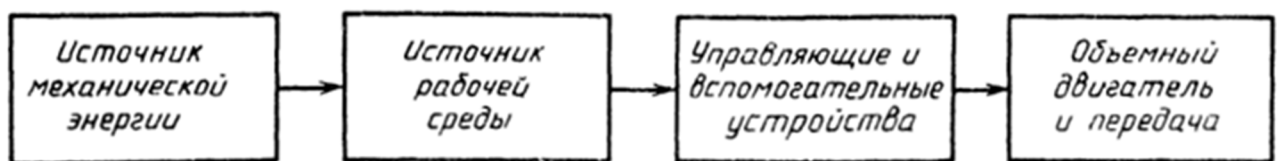


Рисунок 1 – Общая структура объемного гидро- и пневмопривода

Направляющая аппаратура (распределители, обратные клапаны, гидрозамки, клапаны логических функций «И», «ИЛИ» и др.) предназначена для заданного изменения направления движения рабочей жидкости или газа путем полного открытия или полного закрытия проходного сечения. Например, она позволяет либо остановить выходное звено конкретного объемного двигателя, либо заставить его двигаться в обратном направлении.

Регулирующая аппаратура (предохранительные и редуцирующие клапаны давления, дроссели, двухлинейные и трехлинейные регуляторы потока и др.) предназначена для регулирования давления или расхода рабочей жидкости или газа путем частичного открытия рабочего проходного сечения. Это позволяет изменить в

первом случае усилие или крутящий момент на выходном звене объемного двигателя, во втором случае – скорость или частоту вращения выходного звена.

К *вспомогательной аппаратуре* объемных приводов относят: гидробаки, фильтры, гидроаккумуляторы, ресиверы, теплообменники, измерительные приборы, а иногда и трубопроводы и рукава высокого давления (*гидро- и пневмолинии*).

Согласно ГОСТ 2.704-2011, *схема гидравлическая* – документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, использующие жидкость, и их взаимосвязи.

Схема пневматическая – документ, содержащий в виде условных изображений или обозначений составные части изделия, использующие воздух, и их взаимосвязи.

Гидро- и пневмосхемы в зависимости от их основного назначения подразделяются на типы: структурные, принципиальные, соединения.

На *принципиальной гидро- или пневмосхеме* изображают все гидравлические и пневматические элементы или устройства, необходимые для осуществления и контроля в изделии установленных гидравлических (пневматических) процессов, и все гидравлические (пневматические) взаимосвязи между ними.

Элементы и устройства на схеме изображают в виде *условных графических обозначений*, согласно следующим стандартам ЕСКД:

– ГОСТ 2.780-96 Обозначения условные графические. Кондиционеры рабочей среды, емкости гидравлические и пневматические;




– ГОСТ 2.781-96 Обозначения условные графические. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные;

– ГОСТ 2.782-96 Обозначения условные графические. Машины гидравлические и пневматические;

– ГОСТ 2.784-96 Обозначения условные графические. Элементы трубопроводов.

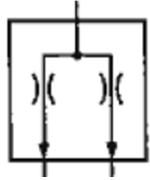
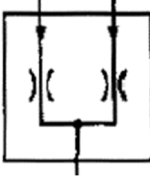
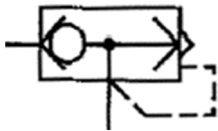
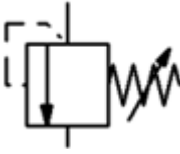
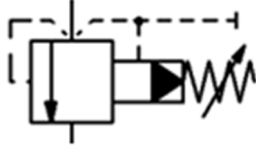
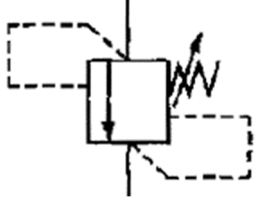




В таблице 1 приведены примеры основных условных графических обозначений, используемых на принципиальных гидро- и пневмосхемах гидро- и пневмоприводов.

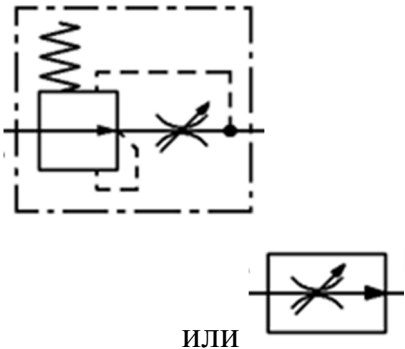
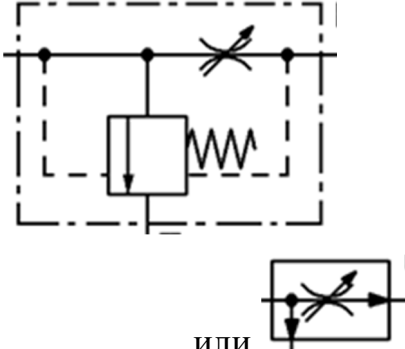

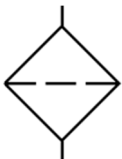



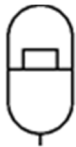
Таблица 1 – Примеры условных графических обозначений




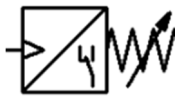
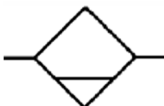



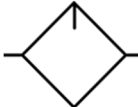



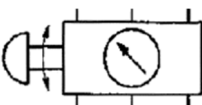
№ п/п	Наименование элемента гидро- или пневмосхемы	Условное графическое обозначение элемента гидро- или пневмосхемы
1.	Насос нерегулируемый нереверсивный	
2.	Насос нерегулируемый реверсивный	
3.	Насос регулируемый нереверсивный	



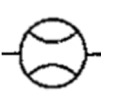
№ п/п	Наименование элемента гидро- или пневмосхемы	Условное графическое обозначение элемента гидро- или пневмосхемы
4.	Компрессор нерегулируемый нереверсивный	
5.	Компрессор регулируемый нереверсивный	
6.	Напорные, всасывающие, сливные гидрولинии	
7.	Гидрولинии управления и дренажные гидрولинии	
8.	Соединения гидро- и пневмолиний	
9.	Пересечения гидро- и пневмолиний без соединения	
10.	Рукав высокого давления (гибкий трубопровод)	
11.	Цилиндр поршневой одностороннего действия	
12.	Цилиндр поршневой двухстороннего действия с односторонним штоком	
13.	Цилиндр поршневой двухстороннего действия с двухсторонним штоком	
14.	Цилиндр плунжерный одностороннего действия	
15.	Цилиндр телескопический одностороннего действия	
16.	Гидродвигатель поворотный	
17.	Пневмодвигатель поворотный	

№ п/п	Наименование элемента гидро- или пневмосхемы	Условное графическое обозначение элемента гидро- или пневмосхемы
18.	Гидромотор нерегулируемый нереверсивный	
19.	Гидромотор нерегулируемый реверсивный	
20.	Гидромотор регулируемый нереверсивный	
21.	Пневмомотор нерегулируемый нереверсивный	
22.	Пневмомотор нерегулируемый реверсивный	
23.	Пневмомотор регулируемый нереверсивный	
24.	Распределитель	
25.	Клапан обратный	
26.	Гидрозамок односторонний	
27.	Гидрозамок двухсторонний	
28.	Клапан логической функции «ИЛИ»	
29.	Клапан логической функции «И»	

№ п/п	Наименование элемента гидро- или пневмосхемы	Условное графическое обозначение элемента гидро- или пневмосхемы
30.	Делитель потока	
31.	Сумматор потока	
32.	Пневмоклапан быстрого выхлопа	
33.	Клапан предохранительный прямого действия	
34.	Клапан предохранительный непрямого действия	
35.	Клапан разности давлений	
36.	Клапан редукционный прямого действия	
37.	Дроссель регулируемый	
38.	Дроссель с обратным клапаном	
39.	Вентиль	

№ п/п	Наименование элемента гидро- или пневмосхемы	Условное графическое обозначение элемента гидро- или пневмосхемы
40.	Регулятор потока двухлинейный	
41.	Регулятор потока трехлинейный	
42.	Гидробак	
43.	Фильтр	
44.	Аппарат теплообменный (маслоохладитель)	
45.	Аппарат теплообменный (маслоподогреватель)	
46.	Блок подготовки сжатого воздуха	
47.	Гидроаккумулятор грузовой	

№ п/п	Наименование элемента гидро- или пневмосхемы	Условное графическое обозначение элемента гидро- или пневмосхемы
48.	Гидроаккумулятор пружинный	
49.	Аккумулятор пневмогидравлический	
50.	Гидрореле давления	
51.	Пневмореле давления	
52.	Влагоотделитель	
53.	Фильтр-влагоотделитель	
54.	Воздухоосушитель химический	
55.	Ресивер	
56.	Маслораспылитель	
57.	Конденсатоотводчик	
58.	Пневмоглушитель	
59.	Манометр	
60.	Переключатель манометра	

№ п/п	Наименование элемента гидро- или пневмосхемы	Условное графическое обозначение элемента гидро- или пневмосхемы
61.	Термометр	
62.	Указатель уровня жидкости	
63.	Расходомер	

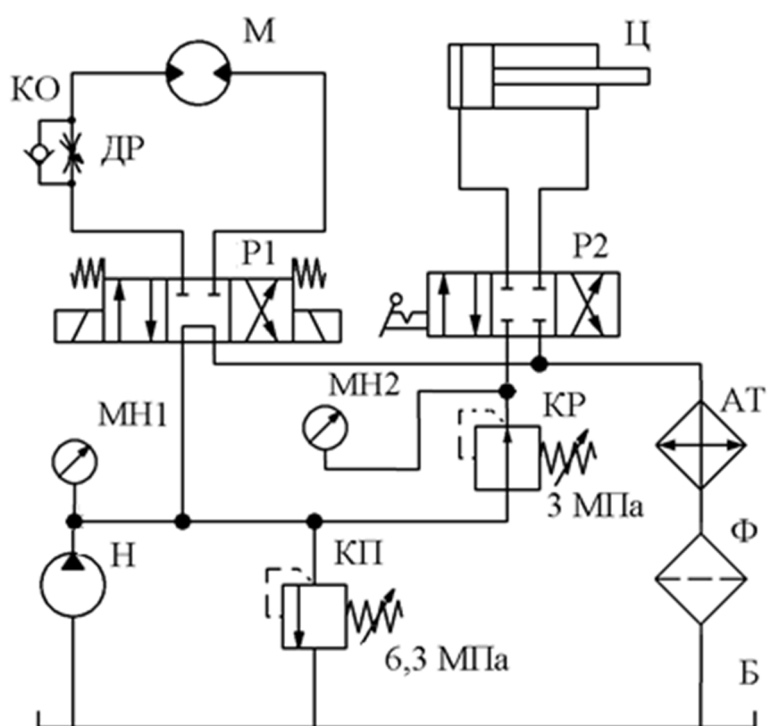


Рисунок 2 – Принципиальная гидросхема

На рисунке 2 показан **пример принципиальной гидросхемы гидропривода**, состоящего из следующих элементов:

АТ – аппарат теплообменный (маслоохладитель);

Б – гидробак;

ДР – дроссель регулируемый;

КО – клапан обратный;

КП – клапан предохранительный прямого действия, настроенный на давление 6,3 МПа;

КР – клапан редукционный прямого действия, настроенный на давление 3 МПа;

М – гидромотор нерегулируемый реверсивный;

МН – манометр;

Н – насос нерегулируемый нереверсивный;

P1 – гидрораспределитель типа 4/3 с электромагнитным управлением и пружинным центрированием;

P2 – гидрораспределитель типа 4/3 с ручным управлением от рычага с фиксацией;

Ф – фильтр сливной;

Ц – гидроцилиндр поршневой двухстороннего действия с односторонним штоком.

При включении насоса Н рабочая жидкость, всасываемая из гидробака Б нагнетается в гидросистему к распределителю Р1 и через редукционный клапан КР к распределителю Р2.

При нейтральной позиции распределителя Р2 напорная, сливная и исполнительные магистрали цилиндра Ц перекрыты, а при нейтральной позиции распределителя Р1 напорная магистраль соединена со сливной магистралью. Поэтому на этом режиме работы жидкость будет беспрепятственно сливаться в гидробак Б через маслоохладитель АТ и сливной фильтр Ф (*при этом манометр МН1 будет показывать почти нулевое избыточное давление*).

В данном случае при переключении распределителя Р2 рычагом в левую или правую позицию гидроцилиндр Ц останется неподвижным, так как для жидкость, следуя по пути наименьшего сопротивления, продолжит сливаться в гидробак Б через распределитель Р1, остающийся в нейтральной позиции.

При переключении распределителя Р1 электромагнитом в левую позицию жидкость от насоса Н движется через обратный клапан КО и попадает в **гидромотор М, вал которого начинает вращаться по ходу часовой стрелки**. Из гидромотора М жидкость сливается в гидробак Б через распределитель Р1, маслоохладитель АТ, фильтр Ф. Причем за счет работы предохранительного клапана КП максимальное давление в напорной магистрали гидромотора М будет ограничено величиной 6,3 МПа (*при этом манометр МН1 будет показывать избыточное давление от близкого к нулю до 6,3 МПа в зависимости от нагрузки на валу гидромотора М и гидравлического сопротивления напорной магистрали*).

Теперь при переключении распределителя Р2 в левую позицию часть жидкости от насоса Н направится через редукционный клапан КР в поршневую полость гидроцилиндра Ц. Из штоковой полости гидроцилиндра Ц жидкость будет сливаться в гидробак Б через распределитель Р2, маслоохладитель АТ, фильтр Ф. **Шток гидроцилиндра Ц будет выдвигаться вправо**, причем за счет работы редукционного клапана КР избыточное давление в его поршневой полости будет ограничено величиной 3 МПа (*при этом манометр МН2 будет показывать избыточное давление от близкого к нулю до 3 МПа в зависимости от нагрузки на штоке гидроцилиндра Ц и гидравлического сопротивления напорной магистрали*).

Для возврата штока в исходное положение необходимо переключить распределитель Р2 рычагом в правую позицию. Тогда часть жидкости от насоса Н направится через редукционный клапан КР в штоковую полость гидроцилиндра Ц. Из поршневой полости гидроцилиндра Ц жидкость будет сливаться в гидробак Б через распределитель Р2, маслоохладитель АТ, фильтр Ф. **Шток гидроцилиндра Ц задвинется влево в исходное положение**, причем избыточное давление в его штоковой полости будет ограничено величиной 3 МПа.

При переключении распределителя Р1 электромагнитом в правую позицию жидкость от насоса Н движется через **гидромотор М, вал которого начинает вращаться против хода часовой стрелки**. Из гидромотора М жидкость сливается

через дроссель ДР в гидробак Б через распределитель Р1, маслоохладитель АТ, фильтр Ф. За счет сопротивления дросселя ДР и работы предохранительного клапана КП ограничивается расход жидкости через гидромотор М, а значит, и частота вращения его вала. Причем максимальное давление в напорной магистрали гидромотора М по-прежнему будет ограничено величиной 6,3 МПа.

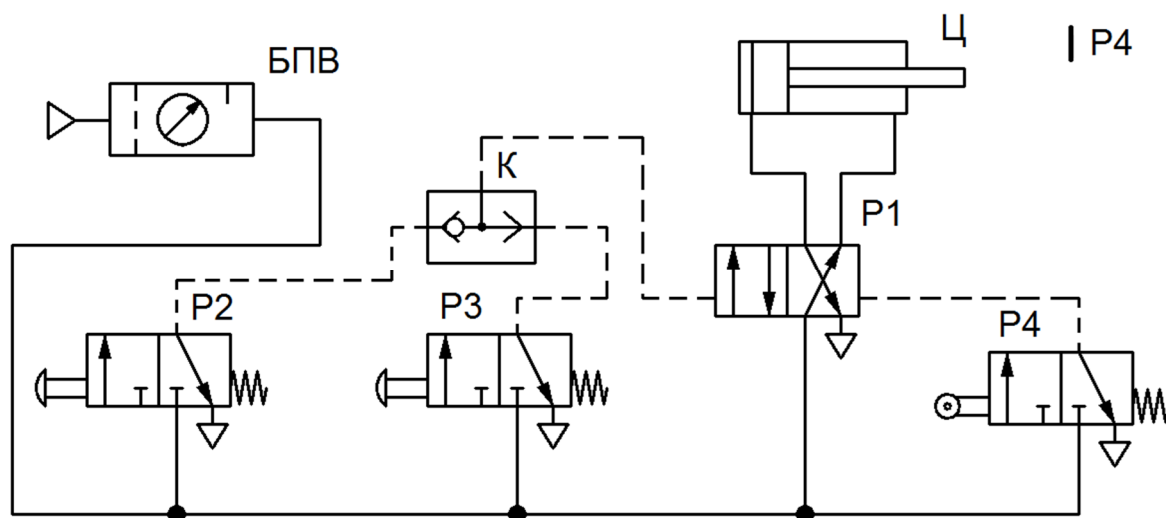


Рисунок 3 – Принципиальная пневмосхема

На рисунке 3 показан **пример принципиальной пневмосхемы пневмопривода**, состоящего из следующих элементов:

БПВ – блок подготовки сжатого воздуха;

К – пневмоклапан логической функции «ИЛИ»;

Р1 – главный пневмораспределитель типа 4/2 с пневматическим управлением;

Р2, Р3 – пневмораспределитель типа 3/2 с ручным управлением от кнопки и пружинным возвратом (пневмокнопка);

Р4 – пневмораспределитель типа 3/2 с механическим управлением от рычага с роликом (конечный выключатель);

Ц – пневмоцилиндр двухстороннего действия с односторонним штоком.

При включении компрессора сжатый воздух поступает в пневмосистему через блок подготовки сжатого воздуха БПВ и подводится к главному пневмораспределителю Р1 (и через него в штоковую полость пневмоцилиндра Ц), пневмокнопкам Р2, Р3 и конечному выключателю Р4.

За счет работы пневмоклапана К логической функции «ИЛИ» кратковременное нажатие на пневмокнопку Р2 или пневмокнопку Р3 (или одновременное кратковременное нажатие на обе пневмокнопки Р2 и Р3) приводит к тому, что сжатый воздух подается под левый торец золотника главного пневмораспределителя Р1. Под правым торцом золотника главного распределителя Р1 давление воздуха равно атмосферному, поскольку конечный выключатель Р4 пока находится в правой позиции.

В результате распределитель Р1 устанавливается в левую позицию, сжатый воздух от блока подготовки БПВ подается теперь через распределитель Р1 в поршневую полость пневмоцилиндра Ц, а из штоковой полости уходит через распределитель Р1 в атмосферу. **Шток пневмоцилиндра Ц выдвигается вправо.**

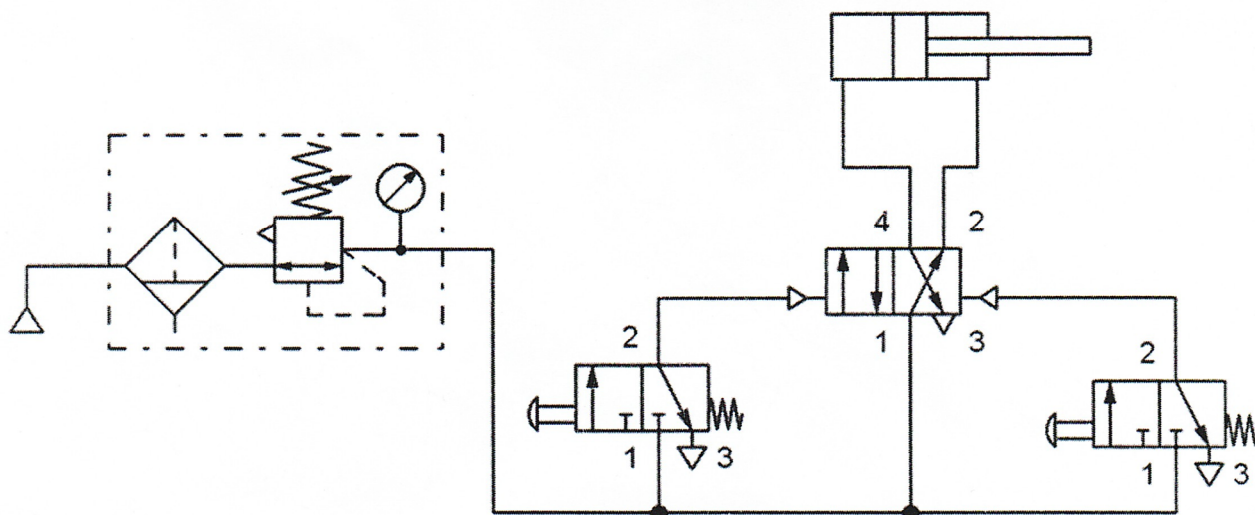
При достижении штоком пневмоцилиндра Ц конечного выдвинутого положения кулачок на конце штока (на рисунке не показан) воздействует на ролик рычага конечного выключателя Р4, устанавливая его в левую позицию. Сжатый воздух от блока подготовки БПВ подается теперь под правый торец золотника главного пневмораспределителя Р1.

Поскольку кратковременно нажатые пневмокнопки Р2 и Р3 вернулись пружинами в правые позиции, давление воздуха под левым торцом золотника распределителя Р1 равно атмосферному. Поэтому распределитель Р1 устанавливается в правую позицию, сжатый воздух от блока подготовки БПВ подается через распределитель Р1 снова в штоковую полость пневмоцилиндра Ц, а из поршневой полости уходит через распределитель Р1 в атмосферу. **Шток пневмоцилиндра Ц задвигается влево в исходное положение.**

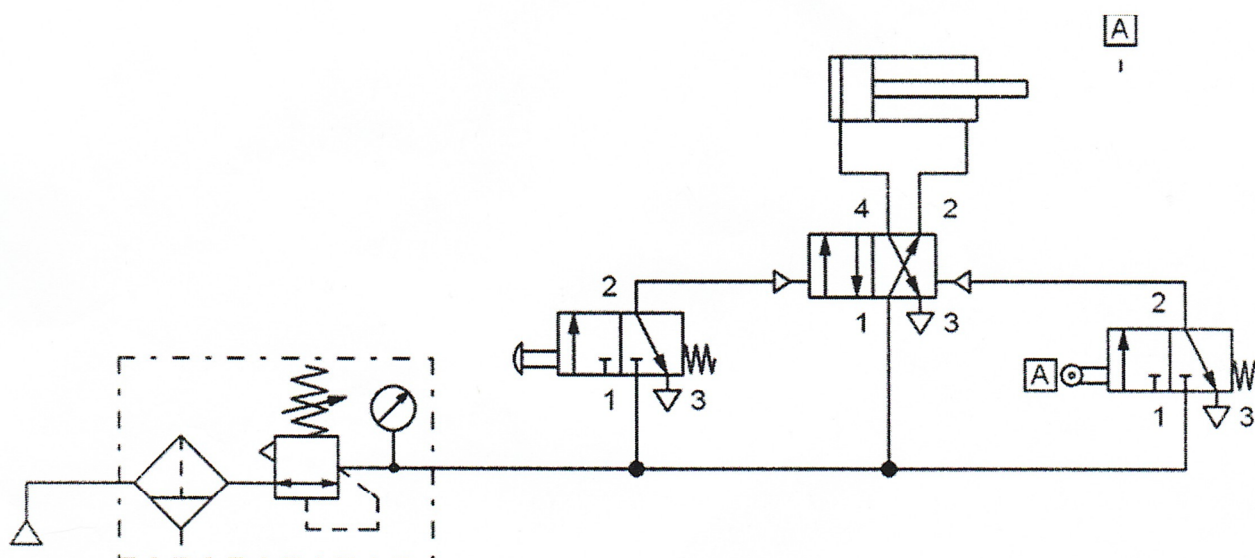
При этом кулачок на конце штока больше не воздействует на ролик рычага конечного выключателя Р4, поэтому тот возвращается пружинной в правую позицию.

Приложение А

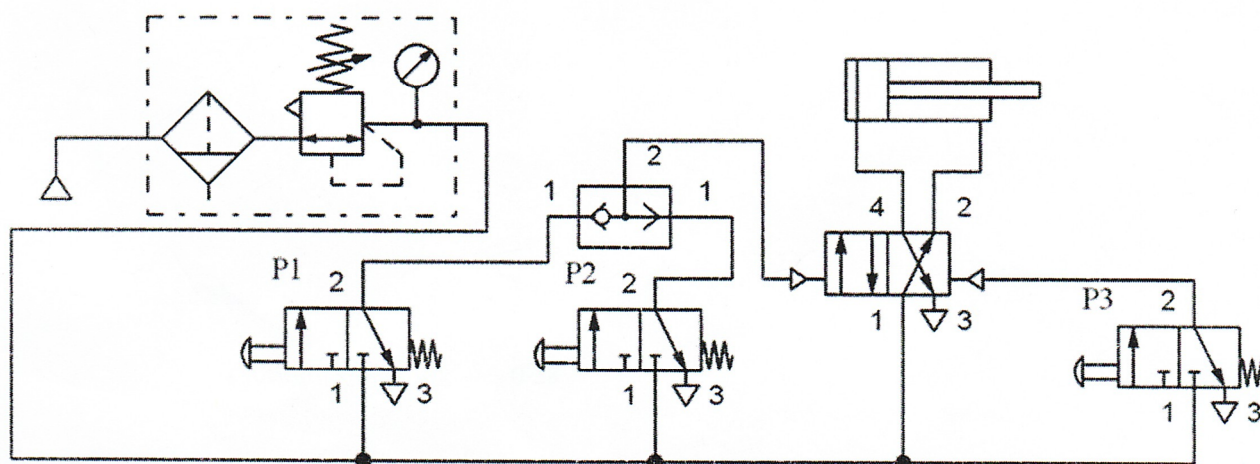
Схемы принципиальные пневматические для сборки на пневмостенде Camozzi (примеры)



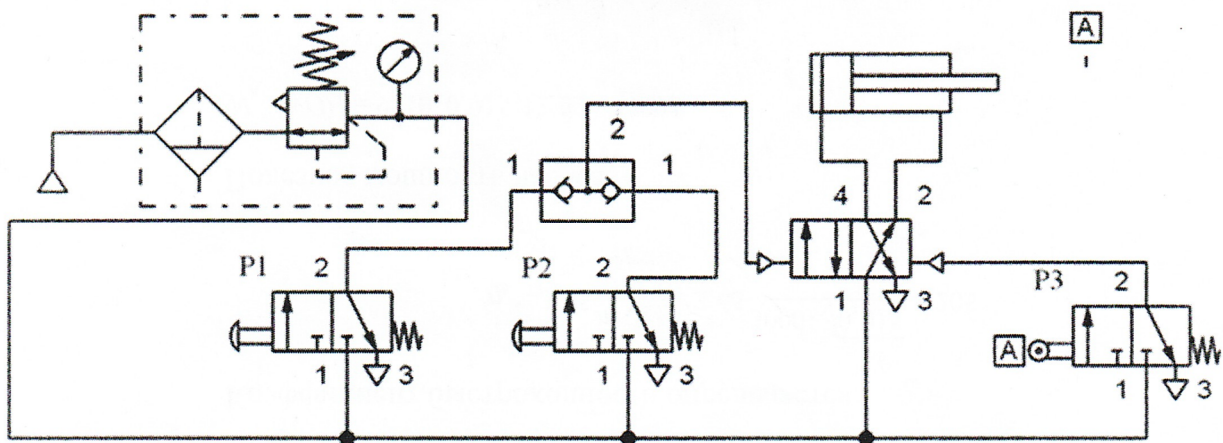
Пневмосхема управления движением штока пневмоцилиндра от двух пневмокнопок



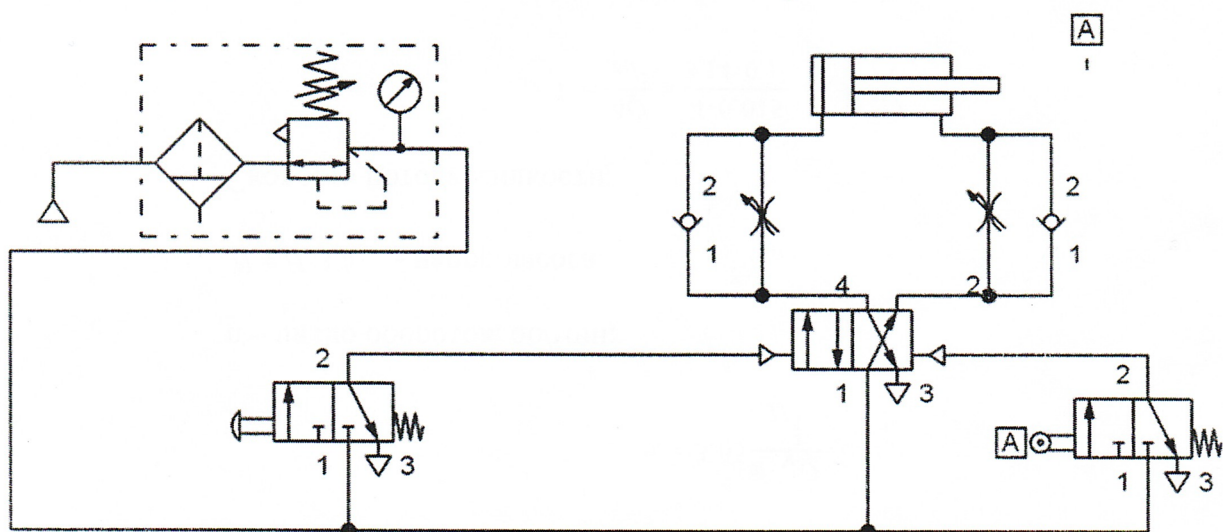
Пневмосхема управления выдвижением штока пневмоцилиндра от пневмокнопки и автоматическим втягиванием штока при достижении конечного положения



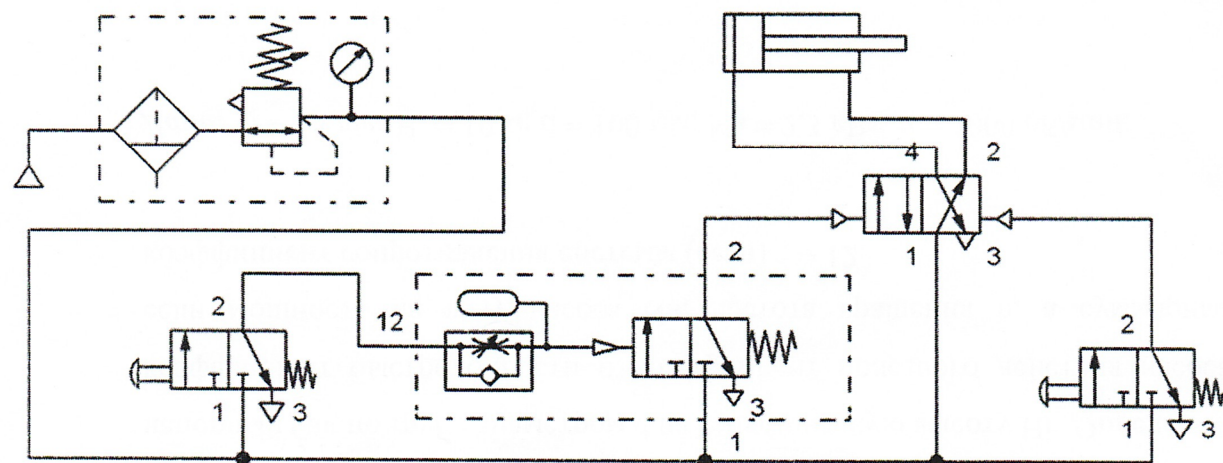
Пневмосхема управления выдвижением штока пневмоцилиндра от **любой** из двух пневмокнопок и втягиванием штока от третьей пневмокнопки



Пневмосхема управления выдвижением штока пневмоцилиндра при **одновременном** нажатии на две пневмокнопки и втягиванием штока от третьей пневмокнопки



Пневмосхема, поясняющая **способ регулирования скоростей** выдвижения и втягивания штока пневмоцилиндра (реализована, но не показана во всех предыдущих схемах)



Пневмосхема управления движением штока пневмоцилиндра от двух пневмокнопок. Выдвижение штока произойдет, если оператор будет держать пневмокнопку нажатой заданное время (для реализации функции в схеме предусмотрено **пневмореле времени**).

