

Союз Советских  
Социалистических  
Республик



Государственный  
комитет по делам  
изобретений  
и открытий СССР

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

175757

Зависимое от авт. свидетельства № —

Заявлено 10.VIII.1963 (№ 852105/26-24)

Кл. 42г, 204

с присоединением заявки № —

Приоритет —

МПК G 05b

Опубликовано 09.X.1965. Бюллетень № 20

УДК 621—525—55(088.8)

Дата опубликования описания 3.I.1966

Авторы  
изобретения

Заявитель Государственный московский завод точных измерительных приборов  
«ТИЗПРИБОР». Отдел главного конструктора

### ПНЕВМАТИЧЕСКИЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ САМОНАСТРАИВАЮЩИЙСЯ РЕГУЛЯТОР

1

Известны пневматические автоматические самонастраивающиеся регуляторы, содержащие блок импульсного запоминания и сравнения, блок интегратора и блок ограничений. Эти регуляторы предназначены для работы на объектах с ярко выраженным экстремумом.

Предложенный пневматический автоматический самонастраивающийся регулятор отличается от известных тем, что для ведения процесса около точки статической характеристики объекта с заданным наклоном касательной только слева или справа от экстремума он содержит логическое устройство, выполненное на трех пневмореле. Управляющая камера первого реле соединена с выходом элемента сравнения, выход этого реле соединен с нормально закрытым соплом второго реле и нормально открытым соплом третьего реле. Выход второго реле соединен с управляющей камерой третьего реле.

Схема регулятора представлена на чертеже.

Все элементы регулятора функционально составляют четыре блока: блок 1 импульсно-запоминания и сравнения; блок 2 логики и триггер; блок 3 интегратора и блок 4 ограничений.

2

#### 1. Блок импульсного запоминания и сравнения

Давление  $P_y$ , пропорциональное выходной координате  $Y$  регулируемого объекта, поступает через повторитель 5 в элемент 6 первого звена сравнения, а через повторитель 7 — в элемент 8 второго звена сравнения. Одновременно давление  $P_y$  проходит в камеры  $A$  и  $G$  непрерывного элемента памяти 9, на выходе которого формируется давление запоминания  $P_z$ , равное давлению в камере  $D$  (камера запоминания). Давление  $P_z$ , отслеживаемое в камере  $E$ , через трехмембранные реле 10 проходит в элементы сравнения 6 и 8, где оно непрерывно сравнивается с текущим значением давления  $P_y$ . Величина приращения  $P_y - P_z = \Delta P$  за равные промежутки времени при приближении  $P_y$  к максимуму уменьшается.

Пока давление  $P_y$  больше запомненного  $P_z$  на величину  $\Delta P_y > \Delta P_{\min}$ , сопло  $C_1$  элемента 6 закрыто. На выходе этого элемента давление  $P_1$  равно 0. Минимальное приращение  $\Delta P_{\min}$  — это разность между максимальным возможным значением параметра  $P_{y\max}$  и оптимальным его значением  $P_{yo}$ , которое должен поддерживать регулятор. Величина  $\Delta P_{\min}$  зависит от характеристики процесса и настраивается с помощью элемента 5.

Подписьная группа № 179

Когда  $P_y - \Delta P_{y\text{ min}}$  станет меньшим или равным  $P_3$  ( $P_y - \Delta P_{y\text{ min}} = P_3$ ), сопло  $C_1$  элемента 6 открывается и, при условии подачи питания к этому соплу, появляется сигнал  $P_1=1$ , который сохраняется на выходе элемента 6 до тех пор, пока давление  $P_y$  падает после реверса  $P_x$ .

Величина возможного снижения давления  $P_y$  ограничивается настройкой элемента сравнения 8, на выходе которого появляется импульс (при подаче питания к соплу  $C_1$  элемента 8), когда разность  $P_y - P_3 = \delta$ . Величиной  $\delta$  определяется зона нечувствительности регулятора. Настройка  $\delta$  производится элементом 7.

Для подачи питания к соплам  $C_1$  элементов 6 и 8, для запоминания значения давления  $P_y$  в конце каждого предыдущего отрезка времени, а также для управления элементами памяти блока интегратора служат генератор и импульсатор. Генератор состоит из трехмембранического реле 11, переменного дросселя 12 и двух объемов 13 и 14, а импульсатор — из трехмембранического реле 15 и переменного дросселя 16.

В момент включения регулятора сопло  $C_2$  элемента 11 под действием подпора в камере  $B$  элемента 11 открыто и питание поступает в камеру  $B$  элемента 15, открывая его сопло  $C_2$ . При этом давление на выходе импульсатора  $P_a=0$ . Через некоторое время, которое определяется настройкой дросселя 16, камера  $B$  элемента 15 заполняется и открывается сопло  $C_1$  этого элемента. На выходе импульсатора появляется сигнал  $P_a=1$ . Одновременно происходит заполнение камеры  $B$  элемента 11 и объемов 13 и 14. Время этого заполнения зависит от настройки дросселя 12. При заполнении камеры  $B$  элемента 11 открывается сопло  $C_1$  этого элемента и начинается сброс давления в атмосферу из камеры  $B$ , камера 15, а также из камеры  $B$  элемента 11 и объемов 13 и 14. Давление  $P_a$  опять станет равно 0.

Когда  $P_a=0$ , сопло  $C_1$  трехмембранического реле 17, работающего по схеме «НЕ», открыто; на выходе реле формируется импульс  $P_a=1$ . Этот импульс подается к соплам  $C_1$  элементов сравнения 6 и 8. При срабатывании элементов сравнения импульс  $P_a=1$  с настраиваемой частотой будет проходить на выход соответствующего элемента сравнения.

В промежутках между периодами сравнения (т. е. когда  $P_a=0$ ) сопло  $C_1$  элемента памяти 9 закрыто под действием подпора в камере  $B$ . В период сравнения должно произойти раззапоминание элемента памяти 9, для чего сигнал  $P_a=1$  проходит в камеру  $B$  трехмембранического реле 18 и через дроссель 19 постепенно заполняет камеру  $B$  этого реле, открывая сопло  $C_2$ . Выходной сигнал реле 18 меняется с 0 на 1 и проходит через сопло  $C_1$  элемента 20 в камеру  $B$  элемента 18. При этом открывается сопло  $C_1$  этого элемента и

давление  $P_y$  поступает в камеру запоминания  $D$  элемента 18.

Во время раззапоминания элемент памяти 9 отсекается от элементов сравнения 6 и 8 с помощью трехмембранического реле 10, давление  $P_a=0$  через открытые сопла  $C_2$  элемента 21 проходит в камеру  $B$  элемента 10. Под действием подпора в камере  $B$  элемента 10 его сопло  $C_1$  закрыто.

Настройкой регулируемого дросселя 16 определяется время периода сравнения (время продолжительности импульса  $P_a$ ), а дроссель 12 служит для установки шага импульса (частота импульса) в единицу времени.

15

## 2. Блок логики и триггер

Сигналы  $P_1$  и  $P_2$  от соответствующих элементов сравнения поступают в блок логики, который в необходимые моменты времени выдает импульс на реверс выходного давления  $P_x$  регулятора.

Рассмотрим случай работы схемы, когда при включении регулятора давление  $P_y$  возрастает с возрастанием  $P_x$ . Когда  $P_y$  достигнет оптимального значения  $P_{yo}$ , срабатывает элемент сравнения 6. Он выдает сигнал в камеру  $B$  элемента 22, выходное давление которого изменится с 0 на 1. В то же время на выходе элемента сравнения 8 давление  $P_2=0$ , а  $P_1=1$ . При подходе к максимуму слева достаточно, чтобы блок логики выдал импульс  $P_u=1$ . Это получается в результате того, что сопло  $C_2$  элемента 23 открывается под действием сигнала  $P_{m2}=1$ , который формируется на триггере включений регулятора в работу. Появление сигнала  $P_{m2}=1$  происходит следующим образом: подпор в камере  $B$  элемента 24 закрывает сопло  $C_2$  этого элемента, а подпор в камере  $B$  элемента 25 открывает сопло этого элемента; сопла  $C_2$  элемента 23 и  $C_1$  элемента 26 также открыты. Сигнал  $P_{m1}$  при включении регулятора в работу равен 0.

Когда импульс  $P_u=1$  поступает на триггер в камеру  $E$  элемента 24 и камеру  $J$  элемента 25, сопло  $C_3$  элемента 24 открывается, а сопло  $C_3$  элемента 25 закрывается.

В камере  $B$  элемента 25 запирается 0, поэтому сопло  $C_2$  этого элемента остается по-прежнему открытым и давление  $P_{m2}$  не изменяется. Выход триггера на интегратор в данном случае изменится с 0 на 1, так как через открывшееся сопло  $C_3$  элемента 24 в камеру  $B$  этого элемента поступит сигнал. Сопло  $C_2$  элемента 24 открывается, соединив линию  $P_{m1}$  с питанием. Таким образом, при появлении импульса  $P_u=1$  происходит изменение выходного сигнала  $P_{m1}$  триггера. После реверса давление  $P_x$  начинает падать и соответственно уменьшается давление  $P_y$ , пока не сработает элемент сравнения 8. Ранее было указано, что при падении  $P_y$  давление  $P_1$  остается равным 1. Следующий реверс  $P_x$  наступает при условии  $P_1=1$  и  $P_2=1$ .

60

Импульс  $P_2=1$  поступает в камеру  $B$  элемента 27, открывает сопло  $C_2$  этого элемента, и питающий воздух проходит через сопло  $C_1$  элемента 23 и сопло  $C_1$  элемента 26 на выход блока логики;  $P_u=1$ .

В промежутках между периодами сравнений, когда  $\bar{P}_1=P_2=0$  давление  $P_{m2}$  меняется с 1 на 0, поэтому сопло  $C_1$  элемента 23 открывается;  $P_u=0$ .

Появление сигнала  $P_u=1$  от элемента сравнения 8 вызывает следующую смену выходного сигнала  $P_{m1}$  триггера, что приведет к реверсу  $P_x$ .

Включение регулятора может произойти в такой момент, когда давление  $P_y$  перешло за максимум на правую ветвь кривой. Но и в этом случае регулятор должен поддерживать только оптимальное значение параметра  $P_{yo}$  на левой ветви кривой.

В таких условиях давление  $P_x$  будет уменьшаться, а  $P_y$  увеличиваться, и в точке, расположенной справа от максимума, произойдет срабатывание первого звена сравнения (элемента 6). Однако сигнал  $P_1=1$  не вызовет появления импульса  $P_u=1$ , так как сопло  $C_2$  элемента 23 заперто подпором в камере  $B$  этого элемента, а при дальнейшем изменении  $P_y$  справа налево давление  $P_x$  уменьшается и давление  $P_1$  в этом случае равно 1, а  $P_2$ , проходящее в камере  $A$  элемента 23, равно 0.

После срабатывания элемента 6 с блока логики уходит импульс  $P_u=1$ , который откроет сопло  $C_2$  элемента 20 и в камере  $B$  элемента 18 сохранится атмосферное давление, что приведет к запоминанию давления, равного по величине давления  $P_{yo}$ .

Настройка дросселя 19 рассчитана так, что единица, необходимая для раззапоминания, задерживается и раззапоминания не происходит.

При дальнейшем снижении  $P_x$  параметр  $P_y$  достигает максимума, затем начинает падать до тех пор, пока не срабатывает элемент 8 второго звена сравнения. Когда давления  $P_1$  и  $P_2$  равны 1, блок логики через реле 27 и сопло  $C_1$  элемента 23 выдает импульсы  $P_u=1$ . Это вызывает смену выходного давления триггера  $P_{m1}$  с 1 на 0 и, следовательно, реверс  $P_x$ .

### 3. Блок интегратора

Сигнал  $P_{m1}$  с выхода триггера управляет трехмембранным реле 28, которое соединяет линию выхода регулятора с одним из двух повторителей со сдвигом элементов 29 или 30. Элемент 29 настроен таким образом, что он уменьшает выходное давление на постоянную величину  $\Delta P_x$ , а элемент 30 увеличивает его на эту же величину.

Выходное давление регулятора  $P_x$  формируется в камере  $A$  элемента памяти 31, из которой оно проходит в камеры  $B$  повторителей 29 и 30. Выходные камеры  $A$  повторите-

лей соединены каждая с одним из сопел  $C_1$  и  $C_2$  элемента 28. У сопла  $C_2$  этого элемента дежурит давление  $P_x - \Delta P_x$ , идущее от повторителя 29 с отрицательным сдвигом, а у сопла  $C_1$  элемента 28 давление  $(P_x + \Delta P_x)$  — от повторителя 30 с положительным сдвигом.

Когда сигнал с триггера  $P_{m1}=0$ , открыт сопло  $C_1$  элемента 28, через которое давление  $(P_x + \Delta P_x)$  проходит в камеру  $B$  элемента памяти 32. Соплом  $C_2$  элемента 32 управляет импульсатор.

В момент, когда  $P_a=0$ , сопло  $C_2$  элемента 32 открывается, в камере  $A$  этого элемента отслеживается поступившее на вход давление  $(P_x + \Delta P_x)$ , которое проходит в камеру  $B$  элемента 31. В это время сопло  $C_2$  элемента 31 закрыто под действием подпора в камере  $D$  этого элемента. При смене значений  $P_a$  с 0 на 1 в камере  $B$  элемента 32 запирается давление  $(P_x + \Delta P_x)$ , соответствующее выходному давлению регулятора за предыдущий шаг, которое отслеживается в камере  $A$  элемента 31. Это давление поступает в камеру  $B$  повторителя 30, где к нему опять прибавляется  $\Delta P_x$ .

Если к этому времени сигнал  $P_{m1}$  не изменился и остается равным 0, через сопло  $C_1$  элемента 28 на вход элемента памяти 30 пойдет давление  $(P_x + \Delta P_x + \Delta P_x)$ . За каждый шаг выходное давление будет возрастать на величину  $\Delta P_x$  до тех пор, пока с блока логики не выйдет сигнал реверса  $P_u=1$ . При этом к элементу памяти 32 через сопло  $C_2$  элемента 28 подключится повторитель 29 с отрицательным сдвигом.

Теперь при каждом шаге давление будет уменьшаться на величину  $\Delta P_x$  до следующей смены сигнала  $P_u$  с 0 на 1.

Для надежной передачи выходного сигнала регулятора  $P_x$  по трассе мощность его должна быть увеличена. Для этой цели в прибор встроен усилитель мощности 33 со следящим устройством, функция которого выполняет элемент сравнения 34.

В камеру  $B$  элемента 34 проходит давление  $P_x$ . В камере 34 с помощью усилителя 33 отслеживается давление, равное  $P_x$  по величине, но усиленное по мощности. Через сопло  $C_1$  элемента 35 давление  $P_x$  идет на выход регулятора и на вторичный прибор ЗРЛ-29В.

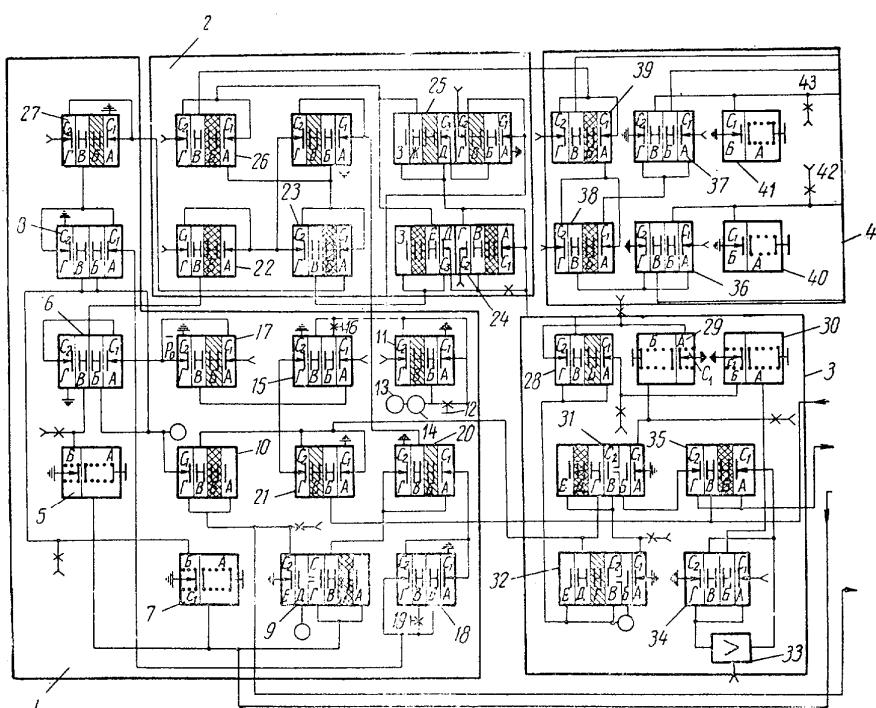
### 4. Блок ограничений

Узел ограничений состоит из двух элементов сравнения 36 и 37, двух реле 38 и 39, двух задатчиков 40 и 41 и двух постоянных дросселей 42 и 43. Элемент сравнения 37 работает на ограничение верхнего предела, а элемент сравнения 36 работает на ограничение нижнего предела. Величины параметров ограничения задаются соответствующими задатчиками.

## Предмет изобретения

Пневматический автоматический самоподривающийся регулятор, содержащий блок импульсного запоминания и сравнения, блок логики и триггер, блок интегратора и блок ограничений, отличающийся тем, что, с целью ведения процесса около точки статической характеристики объекта с заданным наклоном касательной только слева или только

справа от экстремума, он содержит логическое устройство, выполненное на трех пневмореле, управляющая камера первого реле соединена с выходом элемента сравнения, 5 выход этого реле соединен с нормально закрытым соплом второго реле и нормально открытим соплом третьего реле, а выход второго реле соединен с управляющей камерой третьего реле.



Составитель Н. Д. Ланин

Редактор Н. С. Коган

Техред Т. П. Курялко

Корректоры: О. Б. Тюрина и  
М. П. Ромашова

Заказ 3572/7 Тираж 1425 Формат бум. 60×90<sup>1/8</sup> Объем 0,49 изд. л. Цена 5 коп.  
ЦНИИПИ Государственного комитета по делам изобретений и открытий СССР  
Москва, Центр, пр. Серова, д. 4

Типография, пр. Сапунова, 2