



УКРАЇНА

(19) UA (11) 5738 (13) C1

(51) F 15 B 7/00

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ РЕГУЛЮВАННЯ ВИТРАТ ТЕКУЧОГО СЕРЕДОВИЩА В РОЗГАЛУЖЕНИХ СИСТЕМАХ

1

(20) 94260843, 27 01 93

(21) 4944639/29

(22) 13 06 91, SU

(46) 29 12 94, Бюл. № 8-1

(56) 1. Кожевников С Н Аппаратура и механизмы гидро-, пневмо- и электроавтоматики металлургических машин М., Машгиз, 1961, с. 197, фиг 67

71) Чекмасов Анатолий Васильевич, Чекмаова Ирина Анатольевна

72) Чекмасов Анатолий Васильевич, Чекмаова Ирина Анатольевна

(3) Чекмасов Анатолий Васильевич (UA), Чекмасова Ирина Анатольевна (UA)

7) Способ регулирования расхода текучей среды в разветвленных системах, при кото-

2

ром осуществляют по одной ветви слив части текучей среды через переливной элемент с фиксированным перепадом давления, а также перепуск текучей среды по другой ветви к исполнительному механизму через последовательно включенные клапан с регулируемым проходным сечением и дроссель, причем регулирование проходного сечения клапана осуществляют за счет формирования в его камерах управления перепада давления, для чего подают в одну из камер сигнал давления с выхода дросселя, отличающийся тем, что для формирования перепада давления в другую камеру управления подают сигнал давления со входа указанного клапана.

Изобретение относится к области движения текучей среды в разветвленных системах с нестационарными воздействиями и может быть использовано для повышения эффективности автоматического управления и улучшения динамики движения этой среды. В частности, изобретение может быть использовано в гидropневмоприводах различных системах гидropневмоавтоматики, в устройствах ввода-вывода информации в ЭВМ, и в других системах информационно-технологии, в системах автоматизации и вентиляционных сооружениях, в системах разветвленных каналов гидротранспортировки для улучшения динамики отдельных процессов и обеспечения полного расхода среды при воздействии на него переменных факторов. Наиболее близким к заявляемому являлся способ регулирования расхода текучей

среды в разветвленных системах [1], при котором осуществляют по одной ветви слив части текучей среды через переливной элемент с фиксированным перепадом давления, а также перепуск текучей среды по другой ветви к исполнительному механизму через последовательно включенные клапан с регулируемым проходным сечением и дроссель, причем регулирование проходного сечения клапана осуществляют за счет формирования в его камерах управления перепада давления, подавая в одну из камер сигнал давления с выхода дросселя.

Известный способ регулирования допускает неравенство расхода жидкости, проходящей через регулятор и через дроссель из-за дополнительного переменного объема в камерах клапана, поэтому стабилизация расхода через дроссель не обеспечивает стабилизацию расхода на входе в регулятор.

(19) UA (11) 5738 (13) C1

Кроме того, стабилизация перепада давления на дросселе осуществляется известным способом с малым быстродействием и с большой погрешностью из-за малой величины этого перепада (0,2–0,25 мПа), особенно при малых расходах, и возможна только в узком диапазоне частот.

Указанные недостатки известного способа препятствуют повышению быстродействия процесса регулирования и в основном обусловлены тем, что неправомерным является сам принцип регулирования по известному способу, связывающий перепад давления на настроечном дросселе с расходом через него без учета влияния расхода через клапан, входящий в общую систему с взаимообусловленными перепадами и поэтому влияющий на ее параметры.

В основу настоящего изобретения поставлена задача повышения быстродействия, улучшение динамики движения и повышения точности регулирования расхода среды в разветвленных системах объемных гидропневмоприводов и гидропневмоавтоматики с дроссельным регулированием. Поставленная задача решается тем, что в способе, при котором осуществляют по одной ветви слива части текучей среды через переливной элемент с фиксированным перепадом давления, а также перепуск текучей среды по другой ветви к исполнительному механизму через последовательно включенные клапан с регулируемым проходным сечением и дроссель, причем регулирование проходного сечения клапана осуществляют за счет формирования в его камерах управления перепада давления, для чего подают в одну из камер сигнал давления с выхода дросселя, согласно изобретению, для формирования перепада давления в другую камеру управления подают сигнал давления со входа указанного клапана.

В такой системе среду пропускают через регулирующий аппарат, в котором используют переменный дроссель с автоматическим изменением проходного сечения, обеспечивающим изменение расхода через него, равное по величине, но обратное по направлению отклонения расхода, вызванному действием на систему внешних переменных факторов.

Регулирование расхода текучей среды в сложных разветвленных системах с использованием предложенного способа позволяет повысить быстродействие и точность регулирования.

На фиг. 1 в качестве примеров использования предлагаемого способа приведена принципиальная схема разветвленной

пневмогидросистемы дроссельного регулирования с последовательным соединением дросселя 1 и клапана 2, выполняющего функции автоматически регулируемого дросселя; на фиг. 2 показана расходно-перепадная характеристика этой системы, где 3, 4 – характеристики соответственно дросселя и клапана с одинаковыми дросселирующими каналами, 5 – общая характеристика системы, состоящей из этих дросселя и клапана, 6, 7 – каналы подвода управляющего давления к клапану 2.

Дроссель 1 представляет обычное гидравлическое регулируемое сопротивление и функционально предназначен для получения заданной скорости рабочего органа гидроагента в зависимости от режима работы привода. Клапан 2 представляет переменный дроссель с автоматическим изменением проходного сечения, обеспечивающим изменение расхода через него, равное по величине, но обратное по направлению отклонения расхода через настроечный дроссель 1. Функционально это обеспечивается тем, что на клапан 2 действует в этом случае тот же самый перепад давления, что и на дроссель 1. Эта взаимосвязь и обеспечивает согласованное управление расходом через клапан 2, в частности по обратно пропорциональному изменению расхода через дроссель 1. Так, если, например, переменное внешнее воздействие приводит к уменьшению перепада давления на дроссель 1 и, следовательно, к уменьшению расхода через него, то под действием того же изменения перепада давления клапан 2 должен переместиться в направлении открытия его проходного сечения, т.е. увеличения расхода через него, несмотря на уменьшение перепада давления на клапане. Поэтому, благодаря увеличению расхода через клапан 2 суммарный расход на выходе устройства сохраняется прежним, постоянным. Как видно, быстродействие системы, а следовательно и качество процесса стабилизации расхода обеспечивается воздействием на клапан 2 полного перепада давления на входе и выходе всей системы.

Для использования предлагаемого способа в серийных пневмогидравлических регуляторах расхода, применяющихся в мировой практике, отрицательную обратную связь, выполненную в виде канала из камеры под клапаном, необходимо соединить не с входом в настроечный дроссель 1, а с входом в клапан 2, или с выходом из насоса. Благодаря такому соединению, перепад давления, необходимый для страгивания клапана 2 (т.е. для осуществления начала регулирования) наступит в системе

при меньшем изменении внешнего фактора, например, внешней нагрузки, по меньшей мере в 2 раза, что и повышает быстродействие и точность регулирования, улучшает динамику процесса.

Для доказательства этого рассмотрим систему, состоящую из двух одинаково выполненных дросселей 1 и клапана 2 (см. фиг. 1, 2), и установим их в равные, средние положения. При этом в качестве клапана будем использовать устройство с автоматическим изменением проходного сечения, обеспечивающим изменение расхода через него, равное по величине, но обратное по направлению по сравнению с отклонением расхода, вызванного действием переменных внешних факторов. В рабочие камеры такого клапана 2 по обе стороны его регулирующего элемента давление подводится (см. фиг. 1) из участков систем с экстремальными значениями его.

В этом случае для дросселя 1:

$$\Delta P_{др} = \xi \gamma \frac{V^2}{2g},$$

$$\Delta P_{др} = P_{вх\,др} - P_{вых\,др} = P_{вх\,др} - P_m$$

$$P_{вх\,др} = P_{вых\,др} + \Delta P_{др} =$$

$$= P_m + \xi \gamma \frac{V^2}{2g},$$

а для клапана 2:

$$\Delta P_{кл} = \xi \gamma \frac{V^2}{2g},$$

$$\Delta P_{кл} = P_{вх\,кл} - P_{вых\,кл} = P_{вх\,кл} - P_{вх\,др}$$

$$P_{вх\,кл} = \Delta P_{кл} + P_{вх\,др} =$$

$$= \xi \gamma \frac{V^2}{2g} + P_m + \xi \gamma \frac{V^2}{2g} =$$

$$= 2 \xi \gamma \frac{V^2}{2g} + P_m$$

Следовательно, перепад давления на входе и выходе системы, реализуемый в предлагаемом способе:

$$\Delta P_c = P_{вх\,кл} - P_{вых\,др} =$$

$$= 2 \xi \gamma \frac{V^2}{2g} +$$

$$+ P_m - P_m = 2 \xi \gamma \frac{V^2}{2g},$$

где: ξ — коэффициент местных сопротивлений;

γ — удельный вес жидкой среды;

V — скорость течения среды через дроссель, клапан;

$\Delta P_{др}$, $\Delta P_{кл}$ — потери давления в дросселе, клапане;

$\Delta P_{вх}$, $\Delta P_{вых}$ — давление на входе, выходе дросселя, клапана;

g — ускорение;

P_m — давление в камерах гидромотора.

С учетом однотипности конструкций дросселя и клапана и их одинаковых установочных положений, а также равенства расхода среды через них следует, что при управлении системой по перепаду давления

на ней, равному $2 \xi \gamma \frac{V^2}{2g}$ по сравнению с системой, регулируемой лишь по перепаду

давления на дросселе 1, равному $\xi \gamma \frac{V^2}{2g}$, уровень управляющего сигнала повышается вдвое, т.е.:

$$2 \xi \gamma \frac{V^2}{2g} / \xi \gamma \frac{V^2}{2g} = 2$$

Автоматическое управление расходом среды начинается осуществляться в системе только после нарушения равновесия регулирующего элемента — клапана 2, характеризующегося равенством сил, действующих на него. Для регулятора расхода это равенство имеет вид:

$$P_{пр} + P_F \cdot F = P_f \cdot f,$$

где F , P_F и f , P_f — площади и давления среды, действующие на одну F и другую f торцовые поверхности клапана 2; $P_{пр}$ — усилие пружины.

Как видно, для создания управляющего усилия целесообразно использовать максимально возможные поверхности регулирующего элемента клапана 2. В оптимальном случае эти поверхности равны, т.е.:

$$P_{пр} = P_f \cdot F - P_F \cdot F = \Delta P_F.$$

Это значит, что начало срабатывания, т.е. начало движения клапана 2, а следова-

тельно, начало процесса регулирования и уровень быстродействия и точности стабилизации расхода среды при выбранной пружине зависит только от площади клапана 2 и перепада давления на нем. Следовательно,

при заданных габаритах аппарата повышение уровня стабилизации расхода среды определяется только от того, каким образом будет образован перепад давления на клапане 2. Естественно, что для повышения точности стабилизации этот перепад должен

быть предельным, максимально возможным, т.е. необходимо, чтобы к поверхностям клапана 2 подводилась среда от участков системы с максимальным и минимальным

давлениями. Как известно, для систем гидронеомприводов минимальное давление имеет место в камерах двигателя, а максимальное — в камерах насоса (компрессора), т.е. по- существу на выходе и входе регулируемой системы.

Таким образом, предлагаемый способ предусматривает регулирование по максимально возможному перепаду давления, действующему в системе. В этом случае перепад давления, необходимый для начала движения регулирующего элемента, т.е. для преодоления усилия на чувствительном элементе (усилия пружины, в частности) достигается раньше и при меньших изменениях внешних переменных факторов.

Из графиков фиг.2 видно, что общий перепад давления на входе и выходе системы, состоящей из двух одинаково настроенных дросселей и клапана, при их последовательном соединении равен сумме перепадов давлений на каждом элементе и увеличивается, по сравнению с каждым из них в два раза по отношению к средним положениям.

Установлены следующие преимущества регуляторов, выполненных по предлагаемому способу.

1. Повышенные в 5-6 раз быстродействие и точность стабилизации процесса регулирования, особенно в области малых нагрузок, на которых серийные системы не обеспечивают постоянства потока при изменениях нагрузки.

2. Улучшенные функциональные качества в системах с переменными воздействиями на входе, т.е. обеспечение равной двухсторонней стабилизации расхода.

3. Увеличенная пропускная способность на одном и том же режиме.

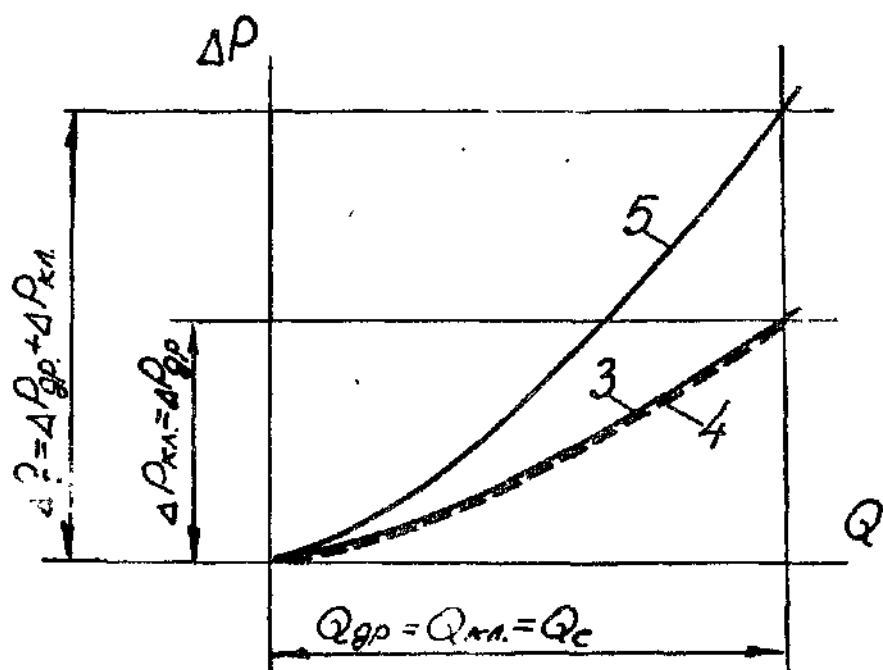
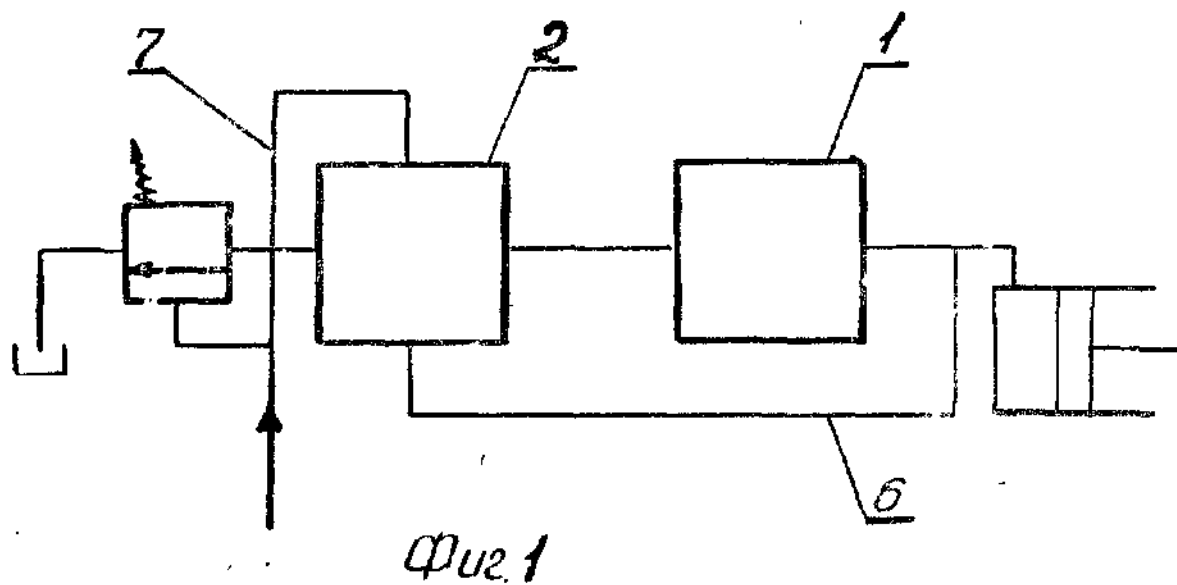
4. Сохранение стабилизации расхода на режимах с полным открытием дросселя, когда перепад давления на нем отсутствует. Это свойство новых систем позволяет значительно увеличить пропускную способность их, не увеличивая размеры. В этом же случае процесс регулирования осуществляется при меньших потерях давления.

5. Системы обладают улучшенной динамикой, большим быстродействием, повышенной надежностью; исключают заклинивание золотника, благодаря действию на него полного рабочего давления насоса, в частности при запуске; перетечки жидкости между отдельными полостями не оказывают влияния на стабильность расхода.

6. Новые регуляторы упрощаются в конструкции, технологичны в изготовлении, имеют значительно меньшие габариты и массу.

7. Применение предложенного способа в регуляторах расхода станочных гидроприводов позволяет многократно уменьшить взаимное влияние в системах с несколькими исполнительными звеньями, подключенными к одной насосной установке.

Приведенные сведения указывают на эффективность предлагаемого способа регулирования.



Упорядник А.Чекмасов

Техред М.Моргентал

Коректор Л.Філь

Замовлення 621

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул Гагаріна 101

