



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
F04B 49/06 (2021.01); F15B 19/00 (2021.01)

(21)(22) Заявка: 2020135786, 30.10.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
30.10.2020

Дата регистрации:
25.02.2021

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 30.10.2020

(45) Опубликовано: 25.02.2021 Бюл. № 6

Адрес для переписки:
140070, Московская обл., г.о. Люберцы, р.п.
Томилино, ул. Гаршина, 26/1, АО "НЦВ Миль
и Камов", ОИС по направлению "МИ"

(72) Автор(ы):

Санин Александр Сергеевич (RU),
Эфрусси Александр Яковлевич (RU),
Немировский Марк Иосифович (RU),
Самофалов Максим Нестерович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Акционерное общество "Национальный
центр вертолетостроения им. М.Л. Милья и
Н.И. Камова" (АО "НЦВ Миль и Камов")
(RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2224172 C2, 20.02.2004. RU
2165528 C1, 20.04.2001. RU 2094657 C1,
27.10.1997. US 2012/0134849 A1, 31.05.2012. CN
2663708 Y, 15.12.2004.

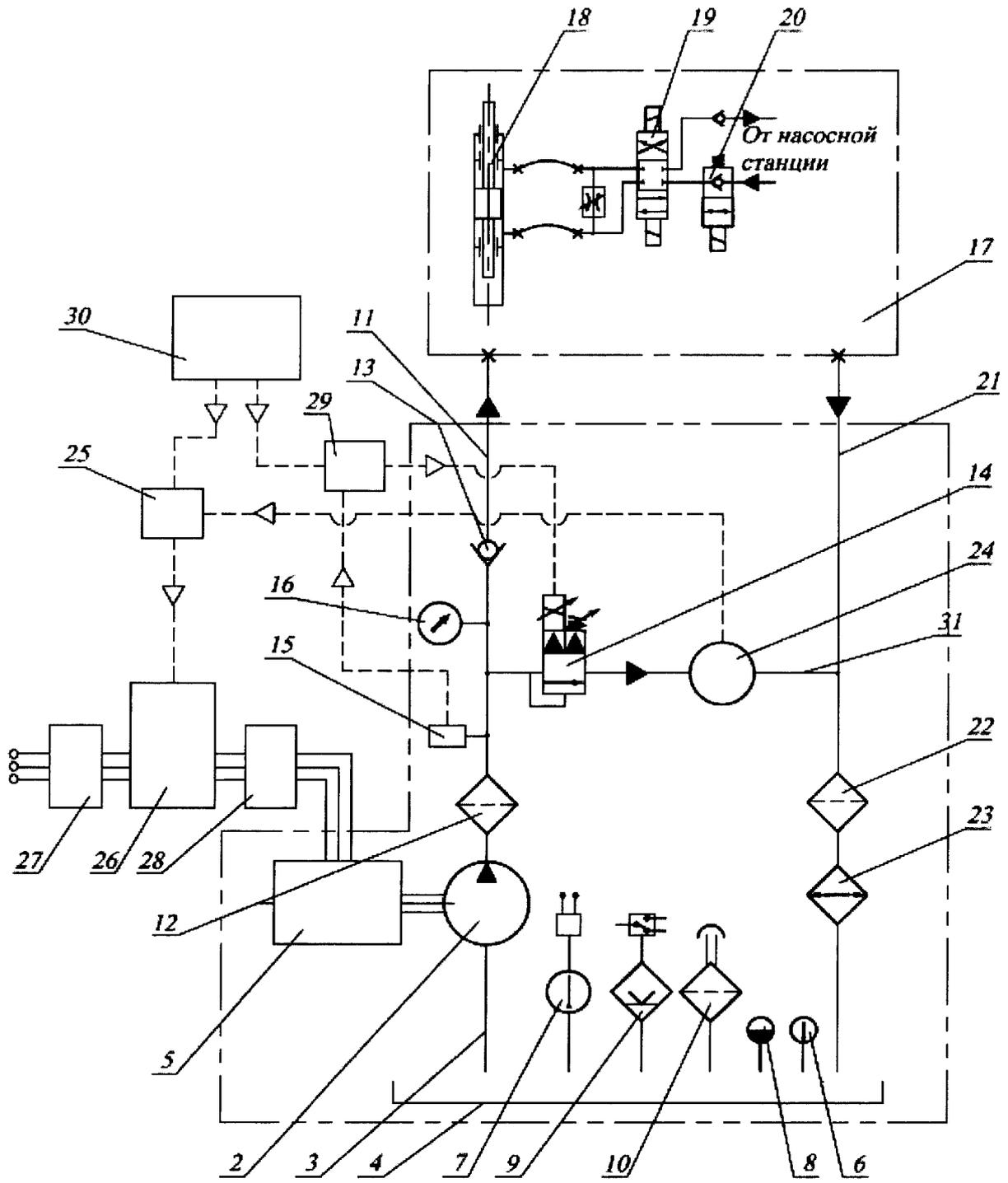
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ НАСОСНОЙ СТАНЦИЕЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к системе управления силовым гидроприводом стенового оборудования и может быть использовано для оснащения насосных станций, применяемых для работы в гидросистемах с постоянным давлением. Устройство для управления насосной станцией содержит насосную станцию (1), насос (2), в напорной магистрали (11) которого установлены напорный фильтр (12) и обратный клапан (13), а также датчик давления (1), манометр (16), регулятор (25), клапан (14), а также сливную магистраль (21). Насос (2) снабжен всасывающим патрубком (3), соединенным с гидравлическим баком (4), а также подключен к электродвигателю (5). Внутри бака 4 установлены датчик температуры (6) и датчик уровня жидкости (8). Напорная магистраль (11) подключена к стандам-потребителям (17) и в ней последовательно

установлены напорный фильтр (12) и обратный клапан (13), кроме того, к ней подключен параллельно клапан давления (14), датчик давления (15) и контрольный манометр (16). Слив рабочей жидкости через клапан давления (14) в сливную магистраль (21) производится через расходомер (24), а электронный сигнал от него поступает на регулятор (25), который формирует сигнал управления частотным преобразователем (26), который, в свою очередь, задает скорость вращения электродвигателя (5), позволяя поддерживать заданный расход с клапана (14) в сливной магистрали (21). Достигается возможность точного поддержания нагрузки, снижение затрат на электроэнергию и оптимизация расходов на приобретение насосного оборудования. 2 з.п. ф-лы, 1 ил.

RU 2743741 C1



RU 2743741 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
F04B 49/06 (2021.01); F15B 19/00 (2021.01)

(21)(22) Application: **2020135786, 30.10.2020**

(24) Effective date for property rights:
30.10.2020

Registration date:
25.02.2021

Priority:

(22) Date of filing: **30.10.2020**

(45) Date of publication: **25.02.2021** Bull. № 6

Mail address:

**140070, Moskovskaya obl., g.o. Lyubertsy, r.p.
Tomilino, ul. Garshina, 26/1, AO "NTSV Mil i
Kamov", OIS po napravleniyu "MI"**

(72) Inventor(s):

**Sanin Aleksandr Sergeevich (RU),
Efrussi Aleksandr Yakovlevich (RU),
Nemirovskij Mark Iosifovich (RU),
Samofalov Maksim Nesterovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Aksionernoe obshchestvo "Natsionalnyj tsentr
vertoletostroeniya im. M.L. Milya i N.I.
Kamova" (AO "NTSV Mil i Kamov") (RU)**

(54) **PUMPING STATION CONTROL DEVICE**

(57) Abstract:

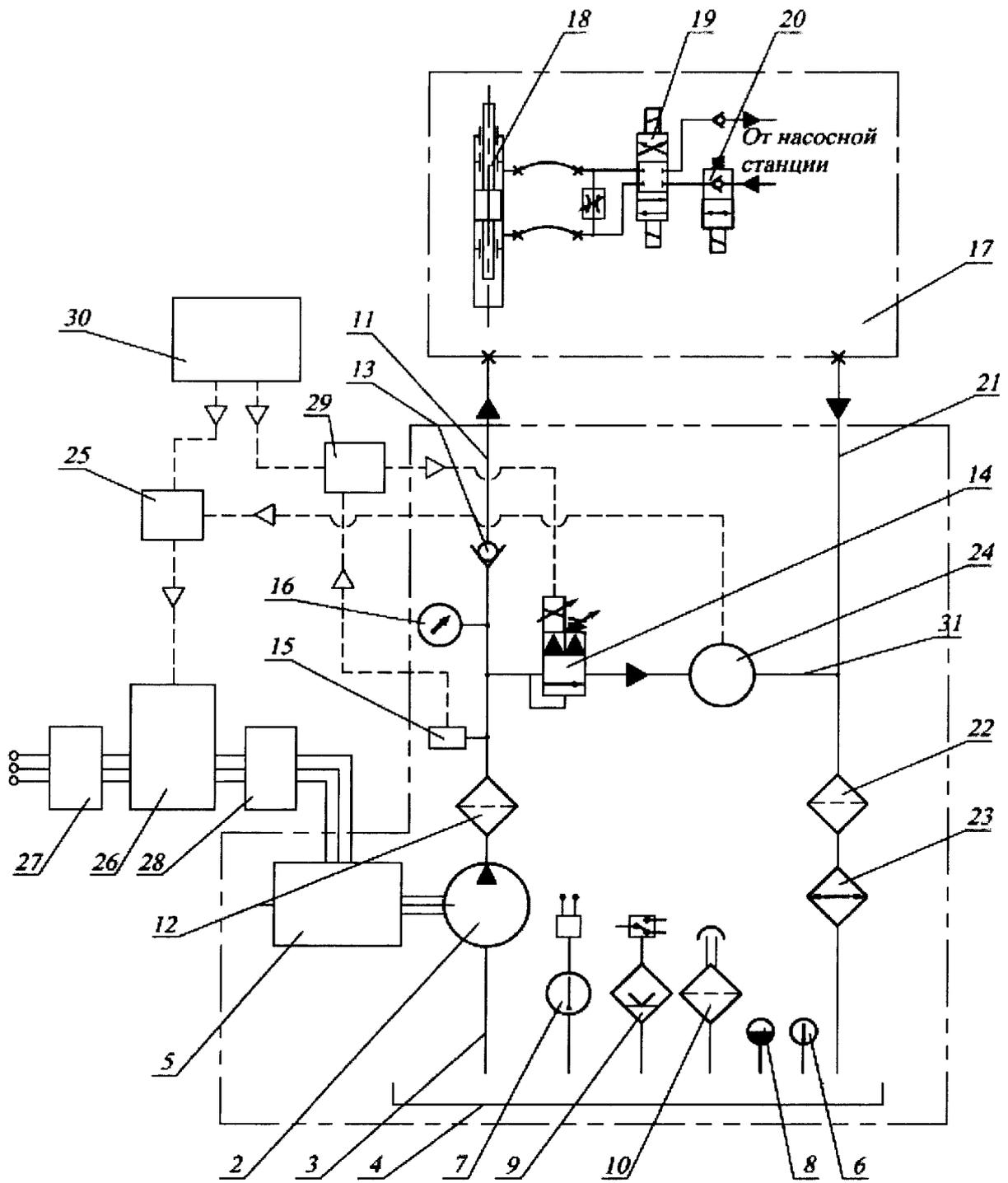
FIELD: water supply.

SUBSTANCE: invention relates to the control system for hydraulic power drive of bench equipment, it can be used to equip pumping stations used to operate in hydraulic systems with constant pressure. A pumping station control device contains pumping station (1), pump (2), in pressure line (11) of which pressure filter (12) and check valve (13) are installed, as well as pressure sensor (1), pressure gauge (16), regulator (25), valve (14), and drain line (21). Pump (2) is equipped with suction branch pipe (3) connected to hydraulic tank (4) and also connected to electric engine (5). Temperature sensor (6) and liquid level sensor (8) are installed inside tank (4). Pressure line (11) is connected to consumer stands (17) and pressure filter (12) and

check valve (13) are installed in series in it, in addition, pressure valve (14), pressure sensor (15) and control pressure gauge (16) are connected to it in parallel. The working liquid is drained through pressure valve (14) into drain line (21) through flow meter (24), and the electronic signal from it goes to regulator (25), which generates a control signal for frequency converter (26), which, in turn, sets the speed of rotation of electric engine (5), allowing one to maintain a given flow rate from valve (14) in drain line (21).

EFFECT: possibility of accurate maintenance the load, reduction of energy costs and optimization of the purchasing pumping equipment cost are achieved.

2 cl, 1 dwg



Изобретение относится к системе управления силовым гидроприводом стендового оборудования, и может быть использовано для оснащения насосных станций, применяемых для работы в гидросистемах с постоянным давлением. Опыт проведения испытаний с использованием различных типов силовых возбудителей показал, что гидравлические стенды для проведения испытаний на сегодняшний день наилучшим образом обеспечивают воспроизведение нагрузок и их частотных спектров нагружения, характерных для эксплуатации узлов вертолетной техники. Для обеспечения таких станций гидравлической энергией требуются насосные станции, предназначенные для поддержания постоянного давления. Это условие обязательно для работы гидравлических стендов и создания циклических нагрузок, в конструкции которых используется адаптивная система управления.

Известен способ управления и поддержания в заданных пределах выходного давления насосной станции (см. "Учебный курс гидравлики" фирмы Mannesmann Rexroth RSU 00 301/5.80, 1980, стр. 186, рис. 4), заключающийся в задании требуемого номинального давления с помощью начальной поджатая пружины предохранительного клапана, который открывается в случае превышения заданного значения номинального давления и сбрасывает излишнюю рабочую жидкость в бак. При этом регулировка поджатая пружины предохранительного клапана производится оператором вручную.

Недостатком известного способа является энергетическая затратность данного способа регулирования, а также низкая точность поддержания давления. Энергетическая неэффективность тем выше, чем меньше потребителей подключены к насосной станции, а погрешность поддержания давления зависит от величины расхода через предохранительный клапан. Кроме того, при использовании данного способа отсутствует возможность дистанционного изменения величины задаваемого давления в процессе работы.

Известен способ регулирования давления в системе труб (патент RU 2446428, публ. 27.03.2012 г.), при помощи электрогидравлического пропорционального клапана, установленного параллельно основному потоку и позволяющему использовать насосы с не регулируемым рабочим объемом. Применение в качестве регулирующего устройства пропорционального клапана давления с электронным управлением по обратной связи позволяет обеспечить точное поддержание давления в гидросистеме на всех режимах работы. Кроме того, такой способ более дешев, чем применение насосов с объемным пропорциональным регулированием.

Недостатком известного способа также является энергетическая затратность. При использовании такой системы регулирования давления насосной станции 100% мощности приводного электродвигателя утилизируется в качестве тепла, что требует габаритных маслоохладителей и сопряжено с повышенными затратами электроэнергии.

Наиболее близким по технической сущности к заявленному изобретению является выбранный в качестве прототипа является блок-схема, применяемая в способе регулирования давления текучей среды (патент RU 2224172, F17D3 /01, публ. 20.02.2004 г.), в котором требуемое давление среды в соответствующей системе труб вводят как значение задания в адаптивном регуляторе, посредством которого регулируют число оборотов двигателя, приводящего насос. Таким образом, подача насоса поддерживается оптимальной для поддержания давления в системе труб. На регулятор в качестве входных электрических сигналов подаются задание и действительное значение пропорциональное количеству протекающей среды или соответственно скорости ее потока. При отклонении действительного значения от заданного соответственно регулировочной характеристике номинального значения давления число оборотов

двигателя изменяется посредством выходного электрического сигнала регулятора с целью обеспечения компенсации этого отклонения.

Недостатком описанного способа, в случае применения его для управления давлением насосной станции, питающей испытательные стенды, является отсутствие возможности быстрого управления давлением. Это связано с тем, что изменение оборотов мощного электродвигателя в высоком темпе, которого требует работа стендов-потребителей, не может быть обеспечена с применением стандартных частотных преобразователей. Решение такой задачи, может быть обеспечено только при наличии специальной аппаратуры для быстрого разгона и торможения упомянутого двигателя в высоком темпе. Установка такой аппаратуры приводит к значительному удорожанию системы управления насосной станцией.

Техническая проблема, не решенная в описанных устройствах, решение которой обеспечивается заявленным изобретением, заключается в создании устройства, в котором реализована возможность управления насосной станцией сочетающая в себе регулирование с помощью изменения оборотов приводного электродвигателя и параллельное регулирование с помощью клапана давления с пропорциональным управлением:

- это позволяет поддерживать давление в гидросистеме испытательных стендов с высокой точностью по дистанционному заданию оператора, что улучшает точность воспроизведения нагрузок на стендовом оборудовании;
- снизить расход электроэнергии по сравнению с показателями насосных станций, применяемых для работы в гидросистемах с постоянным давлением;
- применять для оснащения насосных станций насосы, с постоянным рабочим объемом, сделав, таким образом, финансовые расходы на приобретение насосного оборудования минимально возможными.

Технический результат заключается в возможности точного поддержания давления в гидросистеме, снижении расхода электроэнергии и оптимизации расходов на приобретение насосного оборудования.

Технический результат достигается за счет того, что в устройстве для управления насосной станцией, содержащем насосную станцию 1, насос 2, который подключен к электродвигателю 5, а также снабженном всасывающим патрубком 3, соединенным с гидравлическим баком 4, внутри которого установлены датчик температуры 6 и датчик уровня жидкости 8, в напорной магистрали 11 установлены напорный фильтр 12 и обратный клапан 13, а также датчик давления 15, манометр 16, клапан давления 14, а также сливную магистраль 21, в соответствии с заявляемым изобретением, - напорная магистраль 11 подключена к стендам-потребителям 17, в ней последовательно установлены напорный фильтр 12 и обратный клапан 13, кроме того к ней подключен параллельно клапан давления 14, датчик давления 15 и контрольный манометр 16, в сливной магистрали 21 установлены сливной фильтр 22 и маслоохладитель 23, датчик давления 15 связан сигнальной линией с регулятором 29, который в свою очередь связан управляющей линией с клапаном давления 14, в гидравлической линии 31, связывающей напорную 11 и сливную магистраль 21, последовательно установлены клапан давления 14 и расходомер 24, при этом расходомер 24 связан сигнальной линией с регулятором 25, который в свою очередь связан управляющей линией с частотным преобразователем 26.

Также в устройстве предусмотрен пульт 30, формирующий сигналы задания для регулятора давления 29 и регулятора оборотов 25.

Кроме того, частотный преобразователь 26 задает скорость вращения

электродвигателя 5, позволяя поддерживать минимальный заданный расход через расходомер 24, а клапан давления 14 точно поддерживает уровень давления в напорной магистрали 11.

5 Применение клапана давления 14 и датчика давления 15 обеспечивает точность поддержания давления в гидросистеме.

Наличие частотного преобразователя 26 для регулирования скорости вращения электродвигателя 5 с использованием обратной связи по сигналу от расходомера 24 обеспечивает снижение расхода электроэнергии, а также позволяет применять насосы с постоянным рабочим объемом.

10 Конструкция устройства для управления насосной станцией поясняется схемой: фиг. 1 - гидравлическая принципиальная схема насосной станции.

Насосная станция (фиг. 1) состоит из нерегулируемого насоса 2, всасывающего патрубком 3, который соединен с гидравлическим баком 4. Насос 2 приводится во вращение электродвигателем 5. Бак 4 имеет установленные внутри него датчик 15 температуры (визуальный) 6 и датчик температуры 7 с электронным сигналом, датчик уровня жидкости (визуальный) 8 и датчик уровня 9 с электронным сигналом, а также заправочную горловину с воздушным фильтром 10.

Напорная магистраль 11 насоса 2 имеет установленные в ней последовательно, напорный фильтр 12 и обратный клапан 13. Параллельно к напорной магистрали 11 20 подключены пропорциональный клапан давления 14, датчик давления 15 с электронным выходом и контрольный манометр 16.

Напорная магистраль 11 подключена к стандам-потребителям 17 (одному или нескольким). Последние, как правило, включают в себя силовозбудители 18 (гидроцилиндры), сервоклапаны 19 и электромагнитные клапаны 20. К стандам- 25 потребителям 17 подается рабочая жидкость от насосной станции 1. Возврат рабочей жидкости в бак производится по сливной магистрали 21, в которой последовательно установлены сливной фильтр 22 и маслоохладитель 23.

В гидравлической линии 31, связывающей напорную и сливную магистраль 21, последовательно установлены клапан давления 14 и расходомер 24.

30 В соответствии с заявленным изобретением слив рабочей жидкости через клапан давления 14 в сливную магистраль 21 производится через расходомер 24, а электронный сигнал от него поступает на регулятор 25 (частотного преобразователя). Последний формирует сигнал, управляющий частотным преобразователем 26 в соответствии с заданным минимальным расходом, который в свою очередь, задает скорость вращения 35 электродвигателя 5 - позволяя поддерживать заданный расход через клапан 14 в сливной магистрали 21. Работа системы управления скоростью вращения электродвигателя обеспечивает экономию электроэнергии и исключает возможность появления автоколебаний давления в следствии высокой инерционности ротора электродвигателя.

Частотный преобразователь 26 оснащен на входе фильтром электромагнитной 40 совместимости 27 для снижения влияния преобразователя на сеть, а на выходе моторным дросселем 28, который убирает автоколебания, для снижения влияния преобразователя на двигатель и силовой кабель.

В устройстве для управления насосной станцией имеется независимая система для управления клапаном давления 14. В качестве обратной связи для управления клапаном 45 14 используется электрический сигнал датчика давления 15, который подается в регулятор 29 (регулятор клапана) в автоматическом режиме. Этот регулятор формирует сигнал управления для клапана давления 14. Система управления клапаном давления 14 обеспечивает высокую точность поддержания давления в напорной магистрали 11.

Электрические сигналы задания для регулятора 25 и регулятора 29 формируются оператором на пульте управления 30 в ручном режиме. Для этого на пульте 30 имеется сенсорный графический дисплей позволяющий установить необходимый для ведущихся испытаний уровень давления на выходе насосной станции и минимальный расход в сливной магистрали. При этом регуляторы 25 и 29 обеспечивают настройку коэффициентов пропорционально-интегрального дифференцирующего регулирования (далее ПИД-регулирования).

Таким образом, система управления включает регулятор давления 29, регулятор частотного преобразователя 25 и пульт управления 30.

Устройство для управления насосной станцией работает следующим образом.

При вводе в эксплуатацию устройства управления насосной станцией происходит настройка характеристики увеличения/уменьшения оборотов электродвигателя 5, настраиваются коэффициенты ПИД-регулирования регуляторов 25 и 29, а также устанавливается постоянная величина сигнала задания для регулятора 25. Эта величина должна быть принята равной 10...15% от величины электрического сигнала, поступающего при пропуске номинального расхода насоса 2 через расходомер 24. Этот сигнал задания устанавливается на пульте управления 30, но не регулируется оператором при управлении насосной станцией.

При работе устройства управления насосной станцией задействуются два, независимо работающие, устройства: система управления скоростью электродвигателя и система управления клапаном давления 14.

При начале работы оператор нажимает кнопку «пуск» электродвигателя 5, изображенную на графическом дисплее. При этом задействуется система управления скоростью вращения электродвигателя. Частотный преобразователь 26 плавно выводит электродвигатель 5 на частоту оборотов, при которой обеспечивается минимальный расход в сливной магистрали заданный в настройках системы управления. При этом стэнды-потребители не работают, и вся подача насоса 2 подается в сливную магистраль через полностью открытый клапан давления 14 и расходомер 24. Для подачи высокого давления в напорную магистраль оператор устанавливает необходимое значение давления задания на пульте управления 30 и нажимает кнопку на графическом дисплее «Вкл. высокого давления». При этом задействуется система управления клапаном давления 14. При этом управляющий электрический сигнал, поступающий на катушку клапана 14, формируется как разность электрического сигнала задания с пульта управления 30 и сигнала с датчика давления 15. Этот управляющий сигнал, после обработки ПИД-регулятором, поступает на катушку клапана давления 14. После этого клапан давления 14 будет открыт на величину, которая необходима для поддержания давления, заданного оператором в напорной магистрали насосной станции.

При работе насосной станции через клапан давления 14 осуществляется отведение в сливную магистраль 21 рабочей жидкости, которая является излишней для стэндов-потребителей 17 во время текущего режима испытаний. Величина расхода отводящейся рабочей жидкости через клапан давления 14 регистрируется расходомером 24, с которого выводится электрический сигнал пропорциональный этому расходу. Сигнал, генерируемый расходомером 24, передается на регулятор 25 где происходит вычисление разностного сигнала между сигналом с расходомера и сигналом задания минимального расхода. Если сигнал с расходомера 24 поступающий на регулятор 25 превышает сигнал задания, установленный на пульте управления 30, то регулятор 25 уменьшает управляющий сигнал на частотный преобразователь 26 снижая, таким образом, скорость вращения электродвигателя 5. Если сигнал с расходомера 24 стал меньше сигнала

задания, поступающего на регулятор 25, это означает, что стенды-потребители изменили режим работы на более энергоемкий (требующий большего расхода рабочей жидкости). В этом случае регулятор 25 увеличивает управляющий сигнал на частотный преобразователь 26, при этом скорость вращения электродвигателя 5 возрастает.

5 Соответственно возрастает величина подачи насоса 2.

Если электродвигатель 5 уже выведен на максимальные обороты, разгон прекращается, а на пульте управления 30 активируется индикатор «обороты максимальные». Если при этом произошло полное закрытие клапана давления 14 (на клапан подан максимальный сигнал), на пульте управления 30 активируется индикатор
10 «клапан закрыт». Свечение двух этих индикаторов свидетельствует о том, что вся подача насоса 2 задействована и дальнейшее наращивание давления и расхода невозможны.

Таким образом, применение двух, независимо работающих, систем регулирования для управления насосной станцией позволяет, точно поддерживать и быстро
15 корректировать давление рабочей жидкости в напорной магистрали 11 с помощью клапана давления 14. При этом поддерживать минимальный расход в сливной магистрали путем снижения/повышения оборотов электродвигателя 5. Это необходимо при внезапном уменьшении (увеличении) расхода рабочей жидкости через гидроаппаратуру стендов-потребителей 17, или при решении оператора снизить
20 (повысить) рабочее давление в напорной магистрали. Точное поддержание давления происходит при минимальном расходе электроэнергии, а также исключает автоколебания давления в напорной магистрали 11 и дает возможность применять в насосной станции насосы с постоянным рабочим объемом, оптимизируя затраты на замену и обслуживание насоса.

25

(57) Формула изобретения

1. Устройство для управления насосной станцией, содержащее насосную станцию, насос, который подключен к электродвигателю, а также снабжен всасывающим патрубком, соединенным с гидравлическим баком, внутри которого установлены
30 датчик температуры и датчик уровня жидкости, в напорной магистрали установлены напорный фильтр и обратный клапан, а также датчик давления, манометр, клапан давления, а также сливная магистраль, отличающийся тем, что напорная магистраль подключена к стендам-потребителям и в ней последовательно установлены напорный фильтр и обратный клапан, кроме того, к ней подключен параллельно клапан давления,
35 датчик давления и контрольный манометр, в сливной магистрали установлены сливной фильтр и маслоохладитель, датчик давления связан сигнальной линией с регулятором, который, в свою очередь, связан управляющей линией с клапаном давления, в гидравлической линии, связывающей напорную и сливную магистрали, последовательно установлены клапан давления и расходомер, при этом расходомер связан сигнальной
40 линией с регулятором, который, в свою очередь, связан управляющей линией с частотным преобразователем.

2. Устройство для управления насосной станцией по п. 1, отличающееся тем, что предусмотрен пульт, формирующий сигналы задания для регулятора давления и регулятора оборотов.

45 3. Устройство для управления насосной станцией по п. 1, отличающееся тем, что частотный преобразователь задает скорость вращения электродвигателя, позволяя поддерживать минимальный заданный расход через расходомер, а клапан давления точно поддерживает уровень давления в напорной магистрали.

