

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G05B 19/414 (2022.05); F16K 31/055 (2022.05)

(21)(22) Заявка: 2021119790, 06.07.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
06.07.2021Дата регистрации:
30.09.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 06.07.2021

(45) Опубликовано: 30.09.2022 Бюл. № 28

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
ЦИС, М.М. Скобелеву (для МИЦ "Композиты
России")

(72) Автор(ы):

Нелюб Владимир Александрович (RU),
Орлов Максим Андреевич (RU),
Калинников Александр Николаевич (RU),
Сторожук Иван Павлович (RU),
Бородулин Алексей Сергеевич (RU),
Богачёв Вячеслав Владимирович (RU),
Поликарпова Ирина Александровна (RU)

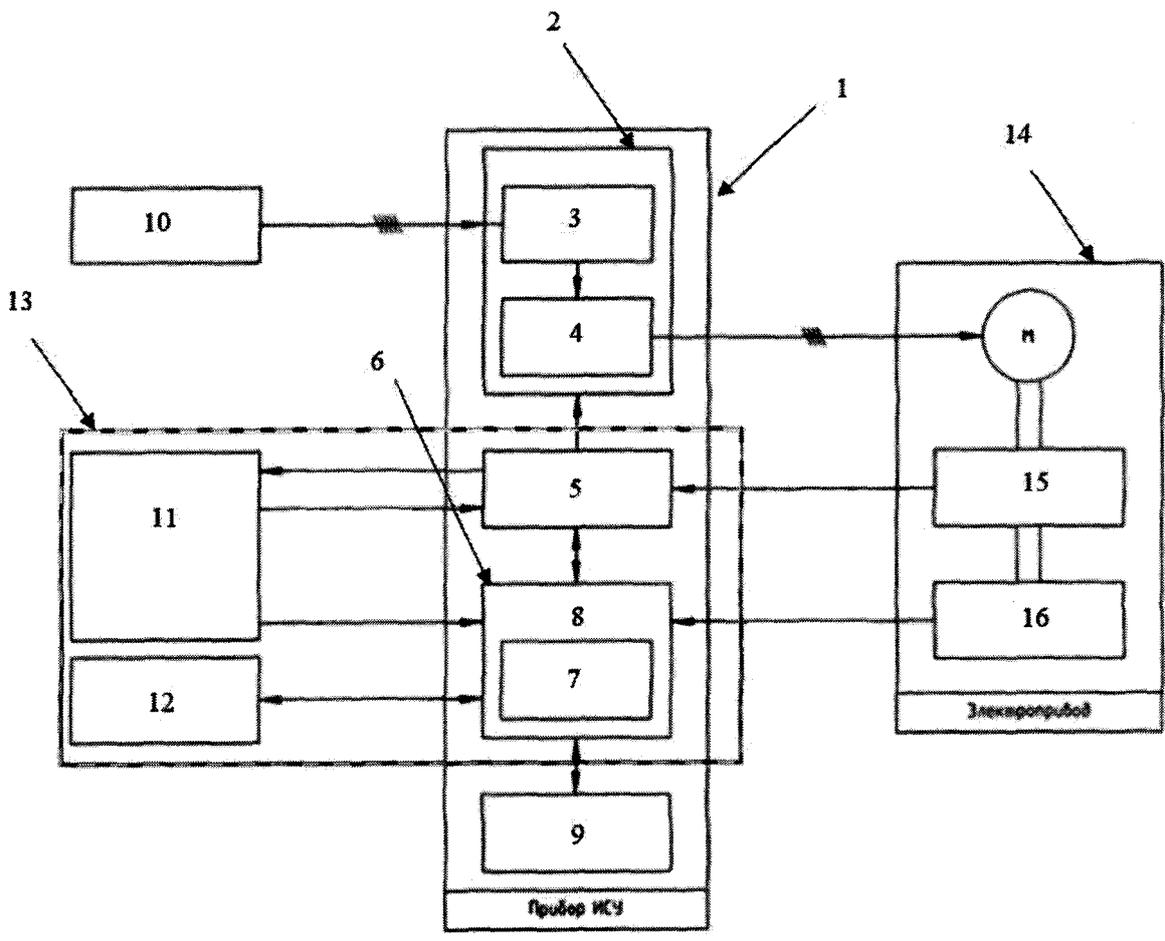
(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Московский государственный
технический университет имени Н.Э.
Баумана (Национальный исследовательский
университет)" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2659806 C1, 04.07.2018. RU
2675649 C2, 21.12.2018. RU 2707683 C1,
28.11.2019. US 7459874 B2, 02.12.2008. US
2007182350 A1, 09.08.2007.(54) ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ
ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в электроприводах для запорной, регулирующей арматуры, на трубопроводах при транспортировке нефти, нефтепродуктов, в химической и нефтехимических отраслях. Интеллектуальная система управления, представляющая собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из нескольких блоков так, что силовой блок, состоящий из блока защиты двигателя и контроллера электродвигателя, блок управления, являющийся релейной развязкой и цепью ручного управления, электронный блок управления, в который входит микроконтроллер

и двусторонняя плата управления, блок вывода информации в виде дисплея собраны в едином корпусе. Корпус выполнен из листового металла, а внешние блоки, а именно внешний пульт контроля и управления и система диспетчеризации верхнего уровня, составляют единый функциональный блок общего управления, при этом в системе существует блок питания, представленный источником постоянного тока. Изобретение направлено на упрощение изготовления элементов интеллектуальной системы, повышение степени совместимости изделия, а также возможности более эффективно управлять электродвигателем. 1 ил.



Структура интеллектуальной системы управления
Фиг. 1

RU 2780757 C1

RU 2780757 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
G05B 19/414 (2006.01)
F16K 31/05 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G05B 19/414 (2022.05); F16K 31/055 (2022.05)

(21)(22) Application: **2021119790, 06.07.2021**

(24) Effective date for property rights:
06.07.2021

Registration date:
30.09.2022

Priority:

(22) Date of filing: **06.07.2021**

(45) Date of publication: **30.09.2022** Bull. № 28

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ya Baumanskaya, 5, str. 1,
TSIS, M.M. Skobelevu (dlya MITS "Kompozity
Rossii")

(72) Inventor(s):

**Nelyub Vladimir Aleksandrovich (RU),
Orlov Maksim Andreevich (RU),
Kalinnikov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Storozhuk Ivan Pavlovich (RU),
Borodulin Aleksej Sergeevich (RU),
Bogachev Vyacheslav Vladimirovich (RU),
Polikarpova Irina Aleksandrovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj
tehnicheskij universitet imeni N.E. Baumana
(Natsionalnyj issledovatel'skij universitet)" (RU)**

(54) **INTELLIGENT CONTROL SYSTEM FOR ELECTRIC DRIVE OF PIPE FITTINGS**

(57) Abstract:

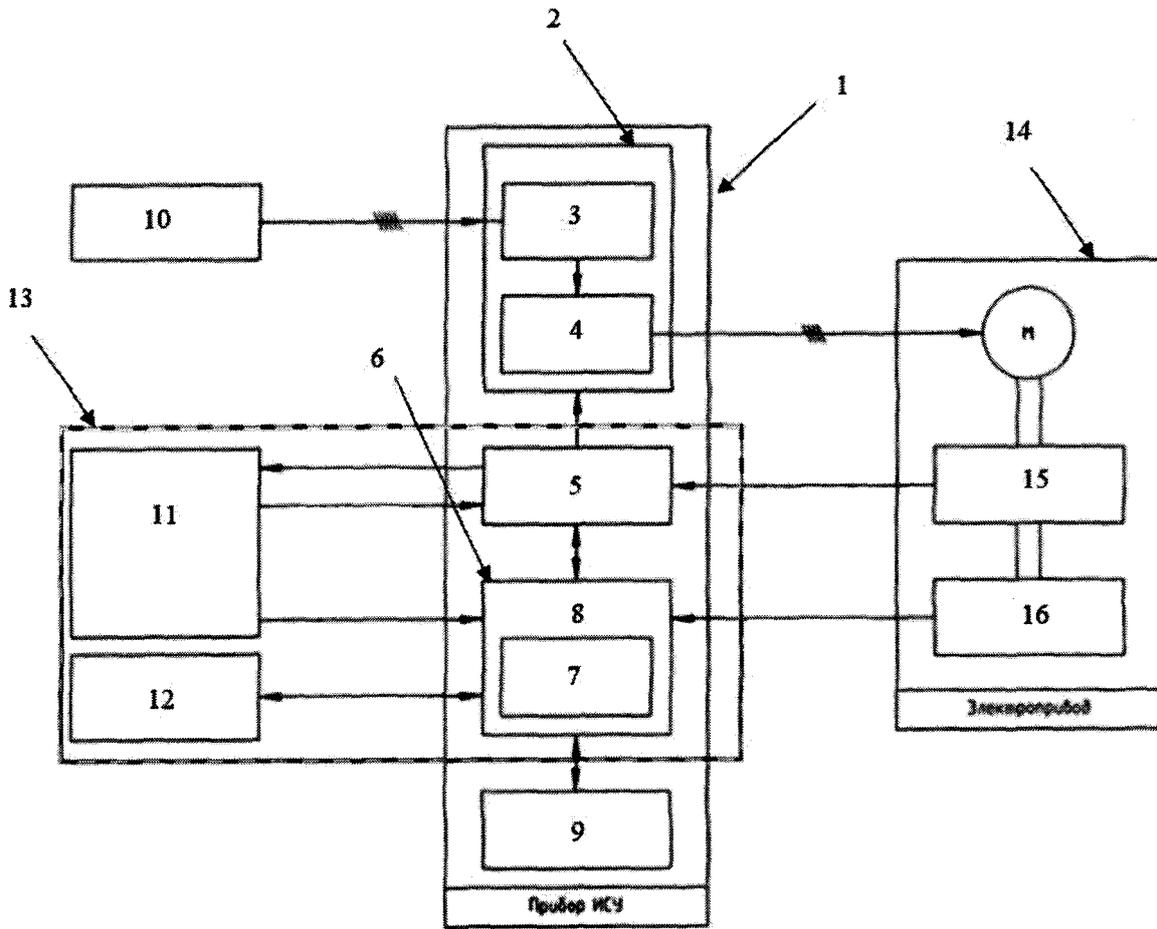
FIELD: electrical engineering.

SUBSTANCE: invention relates to the field of electrical engineering and can be used in electric drives for shut-off and control valves, at pipelines during the transportation of oil, petroleum products, in the chemical and petrochemical industries. An intelligent control system, which is a software and hardware complex consisting of several units so that the power unit, consisting of a motor protection unit and an electric motor controller, a control unit that is a relay insulation and a manual control circuit, an electronic control unit that includes a microcontroller and a two-way control board, an information output unit in the form of a

display assembled in a single housing. The housing is made of sheet metal, and the external units, namely the external control and control panel and the upper-level dispatching system, make up a single functional general control unit, while there is a power supply in the system represented by a DC source.

EFFECT: invention is aimed at simplifying the manufacture of elements of an intelligent system, increasing the degree of compatibility of the product, as well as the ability to control the electric motor more efficiently.

1 cl, 1 dwg



Структура интеллектуальной системы управления
Фиг. 1

RU 2780757 C1

RU 2780757 C1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к области электротехники и может быть использовано в электроприводах для запорной, регулирующей арматуры, на трубопроводах при транспортировке нефти, нефтепродуктов, в химической и нефтехимических отраслях.

5 Уровень техники

Настоящее изобретение относится к электротехническим устройствам управления электроприводами для запорной, регулирующей арматуры, на трубопроводах.

Из уровня техники известны технические решения, являющиеся совместными разработками ОАО "Акционерная компания по транспорту нефти "Транснефть" и ОАО
10 "Магистральные нефтепроводы Центральной Сибири", по патентам на изобретения № RU 2314450 и № RU 2290745 с одинаковым названием «Устройство управления электроприводом запорной арматуры», совместными правообладателями которых они являются.

Технический результат по патенту № RU 2290745 заключается в создании устройства
15 управления, исключающего механическое вмешательство в электропривод элемента устройства, определяющего крутящий момент, а также в повышении точности определения крутящего момента этим элементом независимо от нагрузки, на которую рассчитан электропривод, и для любого типа передаточного механизма. Устройство управления электроприводом запорной арматуры содержит бесконтактный коммутатор,
20 оптомеханический датчик положения, блок крутящего момента, в котором крутящий момент определяется как функция тока статора асинхронного электродвигателя в электроприводе, частоты вращения его ротора, частоты тока, датчик тока, задатчик положения. В устройстве частота вращения ротора асинхронного двигателя определяется по показаниям оптомеханического датчика положения.

Технический результат по патенту № RU 2290745 выражается в создании устройства
25 управления электроприводом, исключающего механическое вмешательство в электропривод элемента устройства, определяющего крутящий момент, а также в повышении точности определения крутящего момента на выходе передаточного механизма электропривода этим элементом независимо от нагрузки, на которую
30 рассчитан электропривод, и для любого типа передаточного механизма.

Также известен патент № RU 2675649 «Переключающее устройство для арматуры и система регулирования арматуры», правообладатель - AUMA Riester GmbH & Co.KG (АУМА РИСТЕР ГмбХ унд Ко. КГ), Германия. Изобретение относится к переключающему устройству для арматуры, имеющему выходной вал и входной вал,
35 который соединен с выходным валом и с помощью которого приводной вал приводится в действие в штатном режиме работы, и аварийный привод, причем выходной вал дополнительно выполнен с возможностью перехода из рабочего положения в конечное положение с помощью аварийного привода, причем на элементе, приводимом и/или приведенном в действие с помощью аварийного привода, выполнено углубление, и
40 запирающий элемент выполнен с возможностью перемещения из положения выхода из углубления в положение входа в углубление с помощью исполнительного механизма.

Ближайшим аналогом примем патент на изобретение № RU 2659805 «Устройство управления электроприводом», совместными правообладателями которого являются ПАО "Транснефть", ООО "Транснефть - Восток", ООО "НИИ Транснефть" и АО
45 "ТОМЗЭЛ". Техническим результатом является повышение скорости реакции блока на основе микропроцессора на превышение заданного предельного крутящего момента, при котором электродвигатель должен быть отключен от электропитания. Устройство содержит датчик положения выходного звена электропривода, первый выполненный

на основе микропроцессора блок, соединенный входом с датчиком положения и предназначенный для обработки полученных от него данных. Устройство включает первый блок питания, соединенный с первым блоком на основе микропроцессора и выполненный с возможностью подключения к источнику электрического питания, 5 первый блок сетевого интерфейса, соединенный с упомянутым первым блоком на основе микропроцессора. Устройство содержит интеллектуальный модуль управления, включающий корпус, второй выполненный на основе микропроцессора блок для обработки данных и диагностики. Со вторым блоком на основе микропроцессора соединены второй блок питания, второй блок сетевого интерфейса, третий блок сетевого 10 интерфейса, блок аналогового выхода, блок дискретных входов, блок дискретных выходов. Второй блок на основе микропроцессора выполнен с возможностью соединения с интерфейсным модулем коммутатора. Второй блок питания выполнен с возможностью подключения к источнику электрического питания. Второй блок сетевого интерфейса выполнен с возможностью соединения с первым блоком сетевого 15 интерфейса. Третий блок сетевого интерфейса, блок аналогового выхода, блок дискретных входов и блок дискретных выходов выполнены с возможностью соединения с автоматизированной системой управления технологическим процессом. В данном устройстве возможно удаление интеллектуального модуля управления от электропривода на значительное расстояние (до 1200 м), что исключает воздействие 20 на интеллектуальный модуль вибраций со стороны электропривода, температурных перепадов и других экстремальных условий среды в зоне трубопровода. Для того чтобы устройство управления даже при нарушении соединения между блоками и могло определить текущий крутящий момент, второй блок на основе микропроцессора выполнен с возможностью приема сигнала о текущем токе статора упомянутого 25 электродвигателя и сигнала о текущем напряжении в каждой фазе электрической цепи, питающей упомянутый электродвигатель, и с возможностью вычисления крутящего момента электропривода с учетом указанных сигналов. В конкретном исполнении интеллектуальный модуль управления содержит участок электрической цепи, выводы, которого выполнены с возможностью его последовательного включения в 30 электрическую цепь, питающую электродвигатель. В каждой фазе указанного участка электрической цепи установлен датчик тока и датчик напряжения, соединенные для передачи упомянутых сигналов соответственно о текущем токе и текущем напряжении с упомянутым вторым блоком на основе микропроцессора. Второй блок питания подключен к указанному участку электрической цепи. Вероятность безотказной работы 35 и быстродействия заявляемого устройства при превышении заданного крутящего момента возрастает. Устройство удобно в обслуживании, так как не требует ручной калибровки датчиков.

Раскрытие изобретения

Технический результат заключается в упрощении изготовления элементов 40 интеллектуальной системы, в высокой степени совместимости изделия, а также в возможности более эффективно управлять электродвигателем.

Технический результат достигается тем, что корпус выполнен из листового металла, что обеспечивает его изготовление минимальным набором оборудования лазерной резки и гибки, а микропроцессорный блок представляет собой двухстороннюю печатную 45 плату, что обеспечивает простоту производства изделия. Сочетание классических технологий релейного управления приводами с микропроцессорным модулем позволяет добиться высокой степени обратной совместимости изделия. В данный момент на рынке подобного оборудования складывается тенденция отказа от релейных схем. Таким

образом, большинство приводов, произведенных в 20 веке, совместимы с данным блоком.

Данная интеллектуальная система может работать как в автоматическом режиме, так и в ручном режиме, что позволяет управлять электроприводом различными способами, в зависимости от необходимых параметров и конкретных требований.

Интеллектуальная система управления (далее ИСУ) представляет собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из нескольких блоков, собранных в едином корпусе (1), а также внешних элементов, находящихся за пределами единого корпуса (1), см. фиг. 1, которая позволяет воздействовать на электропривод по заданным алгоритмам с целью получения требуемых результатов. Система предназначена для удаленного и местного управления запорной и запорно-регулирующей трубопроводной арматурой.

В ИСУ предусмотрен силовой блок (2), состоящий из блока защиты двигателя (3) и контроллера электропривода (4). Блок защиты двигателя (3) может быть реализован прибором УБЗ-302, или его аналогами, позволяющими обеспечить защиту

электродвигателя в следующих ситуациях:

- некачественном сетевом напряжении (недопустимые скачки напряжения, обрыв фаз, нарушение чередования и слипание фаз, перекос линейных напряжений);
- механических перегрузках (симметричный перегруз по фазным/линейным токам);
- превышении порога тока обратной последовательности;
- несимметрии фазных токов без перегруза, связанных с нарушением изоляции внутри двигателя и/или подводящего кабеля (сравнение коэффициента несимметрии тока по обратной последовательности с коэффициентом несимметрии напряжения по обратной последовательности);
- исчезновении момента на валу электродвигателя - защита по минимальному пусковому и/или рабочему току;
- затянутом пуске двигателя или блокировке ротора;
- недопустимо низком уровне изоляции между статором и корпусом двигателя (проверка перед включением);
- замыкании на «землю» обмотки статора во время работы - защита по токам утечки на «землю»;
- тепловой перегрузке двигателя.

Контроллер привода (4) выполнен на релейной элементной базе, что максимально повышает его отказоустойчивость. В частности, может быть использовано интерфейсное штепсельное реле бренда Schneider Electric RSB2A080BDS или аналогичное.

Управляющие сигналы могут быть сформированы органами ручного управления или электронного (автоматического) управления. Органы ручного управления включены в релейную схему контроллера двигателя, что позволяет управлять двигателем путем прямой подачи электрических сигналов на катушки контакторов.

Для ручного управления в ИСУ предусмотрен блок управления (5), являющегося релейной развязкой и цепью ручного управления. Ручной режим включается путем использования внешнего пульта контроля и управления (11 м). При этом микропроцессорный блок теряет возможность воздействия на привод за счет физического разрыва управляющих цепей. Все манипуляции в данном режиме производятся оператором путем нажатия кнопок на панели управления.

Возможны следующие действия:

Нажатие кнопки вперед/назад приводит тому, что привод откроется/закроется до конечного положения. Наличие или отсутствие перемычек на клеммнике привода определяет режим уплотнения или его отсутствие.

После кратковременного нажатия на кнопку направления, цепь встает в режим самоудержания. И механизм двигается до конечного положения. Для остановки механизма в промежуточном состоянии требуется нажать кнопку «Стоп».

Для автоматического управления в ИСУ предусмотрен электронный блок управления, в который входит микроконтроллер (7), расположенный на двусторонней плате управления (8). Микроконтроллер (7) управляет контроллером двигателя (4) для достижения более сложных алгоритмов управления, а также для передачи управляющих воздействий от внешних источников. Конструктивно блок представляет плату двухстороннего монтажа с распаянными на нем компонентами схемы. Подключение внешних сигналов осуществляется за счет винтовых клеммников.

При описанном выше ручном управлении конфигурация микропроцессорного модуля невозможна. Микропроцессорный модуль видит включение режима «РУЧН.» и игнорирует сигналы о нажатии кнопок конфигурации.

Электронный блок управления построен на микроконтроллере STM32.

Микроконтроллер STM32G431VB входит в семейство, основанное на ядре ARM Cortex-M4 с максимальной частотой до 170 МГц, является флагманом микроконтроллеров общего назначения STMicroelectronics. Созданное по улучшенному технологическому процессу, оно представляет собой эволюционное развитие семейства STM32F3 (предыдущего поколения). Микроконтроллеры STM32G4 отличаются высокой производительностью, уменьшенным энергопотреблением, новыми интерфейсами и самым богатым набором встроенной периферии. Объем Flash памяти 128 Кб. Так как Flash память функционирует на более медленных частотах, чем максимально возможная частота ядра, в контроллере предусмотрен специально оптимизированный для данного ядра ART акселератор, который за счет своих алгоритмов ускоряет выборку необходимых данных из памяти. Объем оперативной памяти - 32 Кб, которая разделена на 3 раздела: 16 Кб памяти общего назначения, 6 Кб памяти общего назначения, которая может быть использована в режиме останова и режиме ожидания и 10 Кб высокоскоростной памяти, непосредственно связанной с ядром микроконтроллера для ускорения выполнения отдельных кусков кода. Также микроконтроллер оснащен аппаратным модулем вычисления контрольной суммы, модуль ускорения обсчета дискретных фильтров, контроллер прямого доступа к памяти на 12 каналов, который позволяет организовывать обмен данными между контроллером и периферией не используя ядро контроллера. Также несомненным плюсом является наличие в модулях UART/USART специальных функций, облегчающих обслуживание протокола ModBus, а также возможность использования интерфейса RS-485.

В целом изделие имеет высокую технологичность, так как выполнено из серийно выпускаемых элементов. Корпус (1) выполнен из листового металла, например, стального холоднокатаного гладкого листа стандарта ГОСТ 16523-97, 19904-90, или его аналога, что обеспечивает его изготовление минимальным набором оборудования лазерной резки и гибки. Микропроцессорный блок представляет собой простую двухстороннюю печатную плату ELC-01, а базовый процессор STM32 является одним из самых распространенных на текущий момент, что обеспечивает простоту и доступность производства.

Также реализован блок вывода информации в виде дисплея (9) находится на внешней стороне стенки корпуса (1), и может быть реализован, например, дисплеем OEL9M0081 поставщика TRULY, 3.37 дюйма, 240×128 точек или его аналогом.

Внешний пульт контроля и управления (11) позволяет выбирать режим работы ИСУ (ручной или автоматический) и контролировать состояния системы (вкл. - выкл.).

Система диспетчеризации верхнего уровня (12) позволяет осуществлять удаленное управление, в частности, диспетчер может открыть или клапан трубопроводной арматуры.

5 Питание системы реализовано источником питания (10) с напряжением 380 В и частотой 50 Гц.

Блок управления (5), электронный блок управления (6), внешний пульт контроля и управления (11) и система диспетчеризации верхнего уровня (12) являются единым функциональным блоком, обеспечивающим управление системой - общий блок управления (13).

10 Таким образом, сочетание классических технологий релейного управления приводами, т.е. ручного управления, с электронным блоком управления позволяет добиться высокой степени обратной совместимости изделия. В данный момент на рынке подобного оборудования складывается тенденция отказа от релейных схем, и преобладания использования автоматического управления. При этом предыдущие поколения приводов
15 не имеют возможности подключения к оборудованию с автоматическим управлением. Наличие в заявленном техническом решении возможности выбора способа управления в ручном режиме, основанном на релейной схеме, обеспечивает совместимость ИСУ с большинством приводов предыдущих поколений, произведенных в 20 веке.

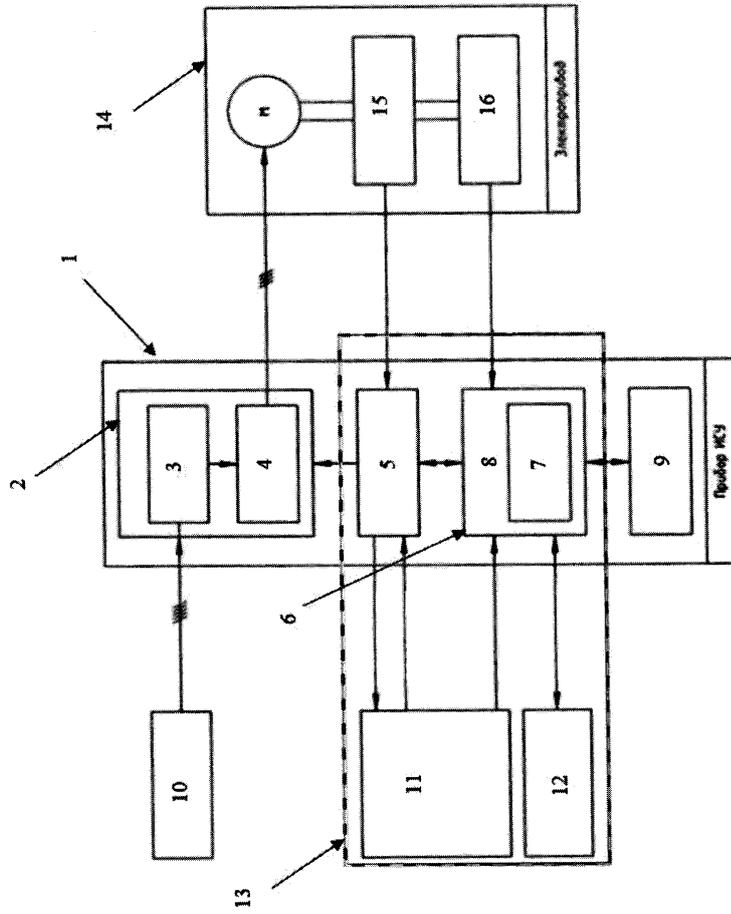
20 (57) Формула изобретения

Интеллектуальная система управления, представляющая собой программно-аппаратный комплекс, состоящий из нескольких блоков так, что силовой блок, состоящий из блока защиты двигателя и контроллера электродвигателя, блок управления, являющийся релейной развязкой и цепью ручного управления, электронный
25 блок управления, в который входит микроконтроллер и двусторонняя плата управления, блок вывода информации в виде дисплея собраны в едином корпусе, отличающаяся тем, что корпус выполнен из листового металла, а внешние блоки, а именно внешний пульт контроля и управления и система диспетчеризации верхнего уровня, составляют единый функциональный блок общего управления, при этом в системе существует блок
30 питания, представленный источником постоянного тока.

35

40

45



Фиг. 1 Структура интеллектуальной системы управления