

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2770528

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ НАСОСОМ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Александров Виктор Иванович (RU), Коржев Александр Александрович (RU), Ватлина Анна Михайловна (RU)*

Заявка № 2021136113

Приоритет изобретения **08 декабря 2021 г.**

Дата государственной регистрации  
в Государственном реестре изобретений  
Российской Федерации **18 апреля 2022 г.**

Срок действия исключительного права  
на изобретение истекает **08 декабря 2041 г.**

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Ю.С. Зубов*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
F04D 15/00 (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021136113, 08.12.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
08.12.2021

Дата регистрации:  
18.04.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 08.12.2021

(45) Опубликовано: 18.04.2022 Бюл. № 11

Адрес для переписки:

190106, Санкт-Петербург, 21 линия, В.О., 2,  
Санкт-Петербургский ГУ, Патентно-  
лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Александров Виктор Иванович (RU),  
Коржев Александр Александрович (RU),  
Ватлина Анна Михайловна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет" (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете

о поиске: RU 2511934 C1, 10.04.2014. RU  
2418990 C1, 20.05.2011. RU 2341004 C1,  
10.12.2008. US 5844397 A1, 01.12.1998.

## (54) СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫМ НАСОСОМ

(57) Реферат:

Изобретение относится к системам управления электроприводом центробежных агрегатов и может быть использовано для снижения затрат электрической энергии и износа оборудования при транспортировке жидкостей с переменными реологическими свойствами к закладочному комплексу горно-обогатительных предприятий. Техническим результатом является снижение потери энергии и износа центробежного насоса и его приводного двигателя при перекачке

жидкостей переменной плотности и вязкости. Устройство снижает затраты электрической энергии на перекачку жидкости и износ электромеханического оборудования за счет динамической коррекции скорости электродвигателя в зависимости от фактических потерь энергии в насосном агрегате таким образом, чтобы величина этих потерь не превышала их значения в номинальном режиме работы. 1 ил.

RU 2 770 528 C1

RU 2 770 528 C1



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC  
*F04D 15/00 (2022.02)*

(21)(22) Application: **2021136113, 08.12.2021**

(24) Effective date for property rights:  
**08.12.2021**

Registration date:  
**18.04.2022**

Priority:

(22) Date of filing: **08.12.2021**

(45) Date of publication: **18.04.2022** Bull. № 11

Mail address:

**190106, Sankt-Peterburg, 21 liniya, V.O., 2, Sankt-Peterburgskij GU, Patentno-litsenzionnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Aleksandrov Viktor Ivanovich (RU),  
Korzhev Aleksandr Aleksandrovich (RU),  
Vatlina Anna Mikhailovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe biudzhethnoe  
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego  
obrazovaniia «Sankt-Peterburgskii gornyi  
universitet» (RU)**

(54) **CENTRIFUGAL PUMP CONTROL SYSTEM**

(57) Abstract:

FIELD: electric drive control systems.

SUBSTANCE: invention relates to electric drive control systems for centrifugal units and can be used to reduce the cost of electrical energy and equipment wear when transporting liquids with variable rheological properties to the stowing complex of mining and processing enterprises. The device reduces the cost of electrical energy for pumping liquid and the wear of electromechanical equipment due to the dynamic

correction of the speed of the electric motor depending on the actual energy losses in the pumping unit so that the magnitude of these losses does not exceed their value in the nominal operating mode.

EFFECT: reduction of energy loss and wear of a centrifugal pump and its drive motor when pumping liquids of variable density and viscosity.

1 cl, 1 dwg

**RU 2 770 528 C1**

**RU 2 770 528 C1**

Изобретение относится к системам управления электроприводом центробежных агрегатов и может быть использовано для снижения затрат электрической энергии и износа оборудования при транспортировке жидкостей с переменными реологическими свойствами к закладочному комплексу горно-обогатительных предприятий.

5 Известна система управления центробежным насосом (патент RU № 2418990, опубл. 25.05.2011), содержащая блок задания параметра регулирования, блок сравнения, блок интегрирования, асинхронный электродвигатель, центробежный насос, сумматор, блок дифференцирования, датчик частоты вращения, датчик регулируемого параметра.

10 Недостатком данной системы является наличие блока сравнения, блоков интегрирования и дифференцирования, получающих сигналы от датчика регулируемого параметра и частоты вращения, не учитывающих фактическое значение потерь энергии в насосном агрегате при перекачке жидкостей переменной плотности.

15 Известна система управления центробежным насосом (патент RU № 2511934, опубл. 10.04.2014), содержащая блок задания параметра регулирования, блок сравнения, блок расчета требуемой скорости, блок регулирования частоты и напряжения, частотный преобразователь, асинхронный электродвигатель, центробежный насос, датчик частоты вращения, датчик регулируемого параметра, датчик расхода, блок расчета регулируемого параметра.

20 Недостатком данной системы является наличие блока расчета требуемой скорости, учитывающего только гидравлические параметры центробежного насоса, что при перекачке жидкостей с переменными реологическими параметрами обеспечивает низкий коэффициент полезного действия и повышенный износ оборудования.

25 Известна система управления центробежным насосом (патент RU № 2575232, опубл. 20.02.2016), содержащая блок задания параметра регулирования, блок сравнения, блок расчета регулируемого параметра, блок расчета требуемой скорости, частотный преобразователь, асинхронный электродвигатель, датчик момента, датчик скорости, центробежный насос, блок вычисления давления и расхода.

30 Недостатком данной системы является наличие датчика момента, который сложно реализовать технически, ограничение точности и быстродействия таких датчиков, что затрудняет управление насосами, перекачивающими жидкости с динамически меняющимися реологическими свойствами.

35 Известна система управления погружным центробежным насосом (патент RU № 2341004, опубл. 10.12.2008), содержащая блок задания диаграммы динамического уровня жидкости, блок сравнения, датчик динамического уровня жидкости, блок расчета требуемой частоты, частотный преобразователь, погружной электроцентробежный насос, блок дифференцирования, сумматор.

40 Недостатком данной системы является наличие блока расчета требуемой частоты, блока дифференцирования и сумматора и датчика динамического уровня, не учитывающих переменные свойства перекачиваемой жидкости, и ограниченный запас устойчивости при динамических воздействиях из-за наличия блока дифференцирования.

45 Известна система управления погружным центробежным насосом (патент RU № 2370673, опубл. 20.10.2009), содержащая блок задания динамического уровня жидкости, аperiodические фильтры, датчик динамического уровня жидкости, пропорционально-интегральный регулятор, частотный преобразователь, погружной электроцентробежный насос.

Недостатком данной системы является наличие пропорционально-интегрального регулятора динамического уровня, который учитывает только динамический уровень, без учета существенно влияющих на работу насоса расхода, плотности и вязкости

перекачиваемой жидкости.

Известна система управления центробежным насосом (патент РФ RU № 2511934, опубл. 17.09.2012), принятая за прототип, содержащая блок задания параметра регулирования, блок сравнения, блок расчета требуемой скорости, блок регулирования частоты и напряжения, частотный преобразователь, асинхронный электродвигатель, центробежный насос, датчик регулируемого параметра, датчик расхода, блок расчета регулируемого параметра.

Недостатком данной системы является наличие блока расчета требуемой скорости вращения двигателя и блока расчета регулируемого параметра, не учитывающих фактических потерь энергии в насосном агрегате, что при переменной плотности и вязкости перекачиваемой жидкости может привести к снижению коэффициента полезного действия и повышенному износу оборудования.

Техническим результатом является снижение потери энергии и износа центробежного насоса и его приводного двигателя при перекачке жидкостей переменной плотности и вязкости.

Технический результат достигается тем, что дополнительно установлены устройство вычисления потерь энергии, выход которого соединен с входом элемента сравнения, а информационный вход соединен с информационными выходами вычислителя электрической мощности и вычислителя гидравлической мощности, измерительные входы которого соединены с информационными выходами датчика давления и датчика расхода, вычислитель электрической мощности, входы которого соединены с выходами датчика фазного тока и датчика фазного напряжения, элемент сравнения, входы которого соединены с выходами устройства задания скорости и устройства вычисления потерь энергии, а выход соединен с входом устройства регулирования скорости.

Система управления центробежным насосом поясняется следующей фигурой: фиг. 1 - общая схема устройства, где:

- 1 – нагнетательный трубопровод;
- 2 – насосный агрегат;
- 3 – электродвигатель;
- 4 – преобразователь частоты;
- 5 – устройство регулирования скорости;
- 6 – элемент сравнения;
- 7 – устройство задания скорости;
- 8 – датчик давления;
- 9 – датчик расхода;
- 10 – вычислитель гидравлической мощности;
- 11 – датчик фазного тока;
- 12 – датчик фазного напряжения;
- 13 – вычислитель электрической мощности;
- 14 – устройство вычисления потерь энергии.

Система управления центробежным насосом содержит нагнетательный трубопровод 1, который через патрубок закреплен с насосным агрегатом 2. Насосный агрегат 2 соединен муфтой с валом электродвигателя 3. На нагнетательном трубопроводе 1 установлены с возможностью съема датчик давления 8 и датчик расхода 9, информационные выходы которых соединены с измерительными входами вычислителя гидравлической мощности 10. Электродвигатель 3 питающим кабелем соединен с преобразователем частоты 4. Выход устройства регулирования скорости 5 сигнальным кабелем соединен с управляющим входом преобразователя частоты 4. Вход элемента

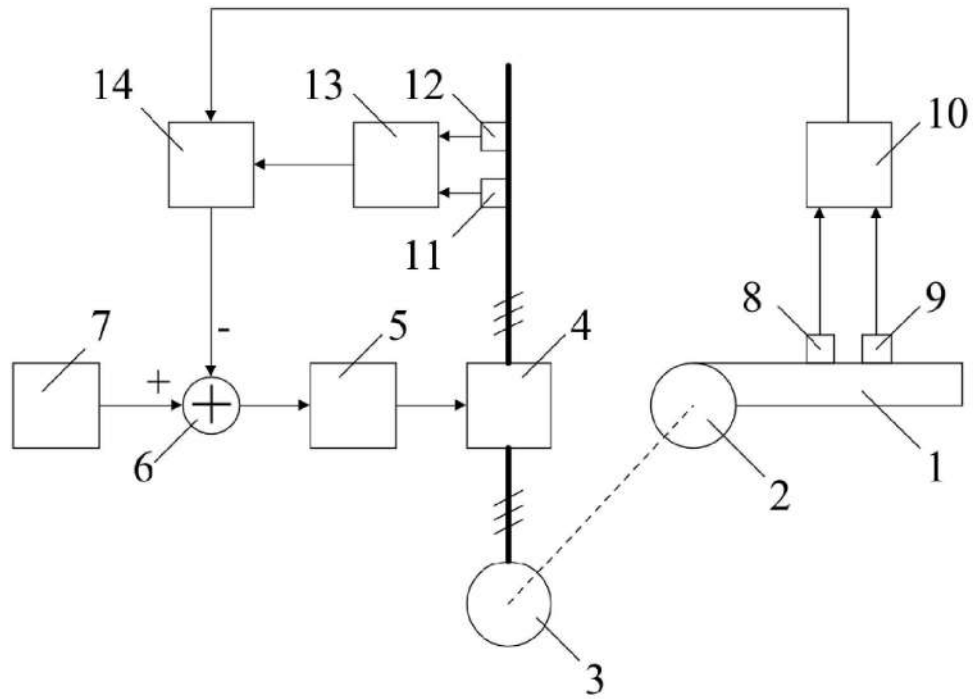
сравнения 6 соединен с выходом устройства задания скорости 7, а выход соединен с входом 5. На входе преобразователя частоты 4 установлены с возможностью съема датчик фазного тока 11 и датчик фазного напряжения 12, выходы соединены с измерительными входами вычислителя электрической мощности 13. Информационные выходы вычислителя гидравлической мощности 10 и вычислителя электрической мощности 13 соединены с информационным входом устройства вычисления потерь энергии 14, выход которого соединен с входом элемента сравнения 6.

Система управления центробежным насосом работает следующим образом. Насосный агрегат 1 приводится в действие электродвигателем 3, который питается от преобразователя частоты 4, оснащенного устройством регулирования скорости 5, задание скорости которому формирует устройство задания скорости 7. Из сигнала на выходе устройства задания скорости 7 вычитается корректирующий сигнал с помощью элемента сравнения 6. Сигнал коррекции формируется устройством вычисления потерь энергии 14, которое получает сигналы от вычислителя электрической мощности 13 и вычислителя гидравлической мощности 10. Вычислитель электрической мощности 13 получает измерительную информацию от датчика фазного тока 11 и датчика фазного напряжения 12, подключенных к электрической сети, питающей преобразователь частоты 4. Вычислитель гидравлической мощности 10 получает измерительную информацию от датчика давления 8 и датчика расхода 9, установленных на нагнетательном трубопроводе 1.

Устройство снижает затраты электрической энергии на перекачку жидкости и износ электромеханического оборудования за счет динамической коррекции скорости электродвигателя в зависимости от фактических потерь энергии в насосном агрегате таким образом, чтобы величина этих потерь не превышала их значения в номинальном режиме работы.

#### (57) Формула изобретения

Система управления центробежным насосом, содержащая насосный агрегат, жестко соединенный с электродвигателем, соединенным с преобразователем частоты, информационный вход которого соединен с устройством задания скорости, отличающаяся тем, что дополнительно установлены устройство вычисления потерь энергии, выход которого соединен с входом элемента сравнения, а информационный вход соединен с информационными выходами вычислителя электрической мощности и вычислителя гидравлической мощности, измерительные входы которого соединены с информационными выходами датчика давления и датчика расхода, вычислитель электрической мощности, входы которого соединены с выходами датчика фазного тока и датчика фазного напряжения, элемент сравнения, входы которого соединены с выходами устройства задания скорости и устройства вычисления потерь энергии, а выход соединен с входом устройства регулирования скорости.



Фиг. 1