



(51) МПК  
*F28G 1/16* (2006.01)  
*F28G 15/02* (2006.01)  
*F28G 15/06* (2006.01)  
*F28G 15/08* (2006.01)  
*B08B 3/02* (2006.01)  
*B08B 9/043* (2006.01)  
*C23G 3/04* (2006.01)

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

(52) СПК

*F28G 1/163* (2022.02); *F28G 15/02* (2022.02); *F28G 15/06* (2022.02); *F28G 15/08* (2022.02); *B08B 3/02* (2022.02); *B08B 9/043* (2022.02); *C23G 3/04* (2022.02)

(21)(22) Заявка: 2021127756, 22.09.2021

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
22.09.2021
 Дата регистрации:  
 16.05.2022

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 22.09.2021

(45) Опубликовано: 16.05.2022 Бюл. № 14

Адрес для переписки:

 117449, Москва, а/я 57. ООО  
 "Интеллектуальная собственность", Ратова  
 Елена Николаевна

(72) Автор(ы):

 Пашков Роман Евгеньевич (RU),  
 Максаков Павел Евгеньевич (RU),  
 Болдырев Михаил Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

 Общество с ограниченной ответственностью  
 "БЕНД- РТ" (RU)

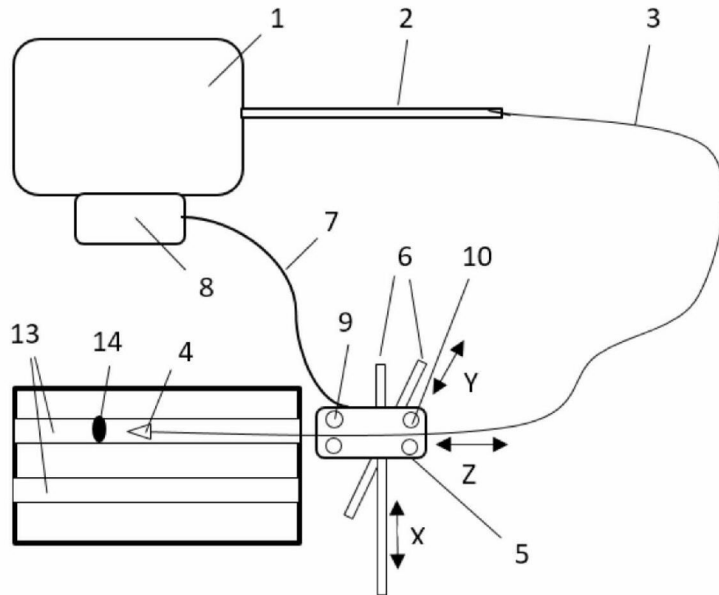
(56) Список документов, цитированных в отчете

 о поиске: RU 2641277 C1, 16.01.2018. US  
 2015068563 A1, 12.03.2015. RU 2385443 C1,  
 27.03.2010. SU 1315037 A1, 07.06.1987. RU  
 2689629 C2, 28.05.2019. US 20190163207 A1,  
 30.05.2019. US 20200356117 A1, 12.11.2020.
(54) **Комплекс микрогидродуарной очистки внутренней поверхности труб теплообменного агрегата**

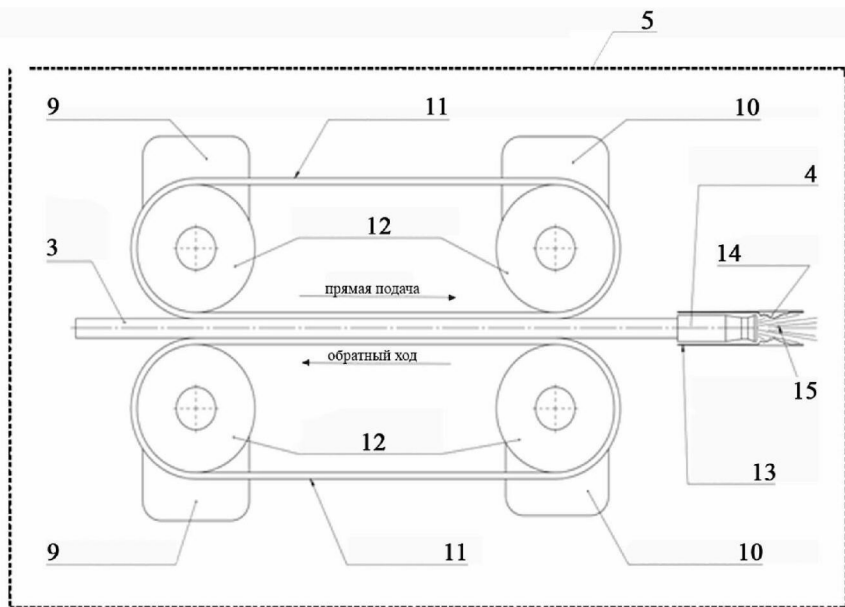
(57) Реферат:

Изобретение относится к устройствам, предназначенным для чистки внутренних поверхностей труб. Комплекс микрогидродуарной очистки внутренней поверхности труб теплообменного агрегата содержит подвижную насадку микрогидродуарного очистителя, шланг высокого давления и насосную станцию. Комплекс дополнительно содержит электромеханический робот очистки с числовым программным управлением, выдвигная пустотелая штанга которого выполнена из упругого материала и соединена по входу через шланг высокого давления с выходом насосной станции, а по выходу - с подвижной насадкой. Электромеханический робот очистки содержит также механизмы и двухкоординатного

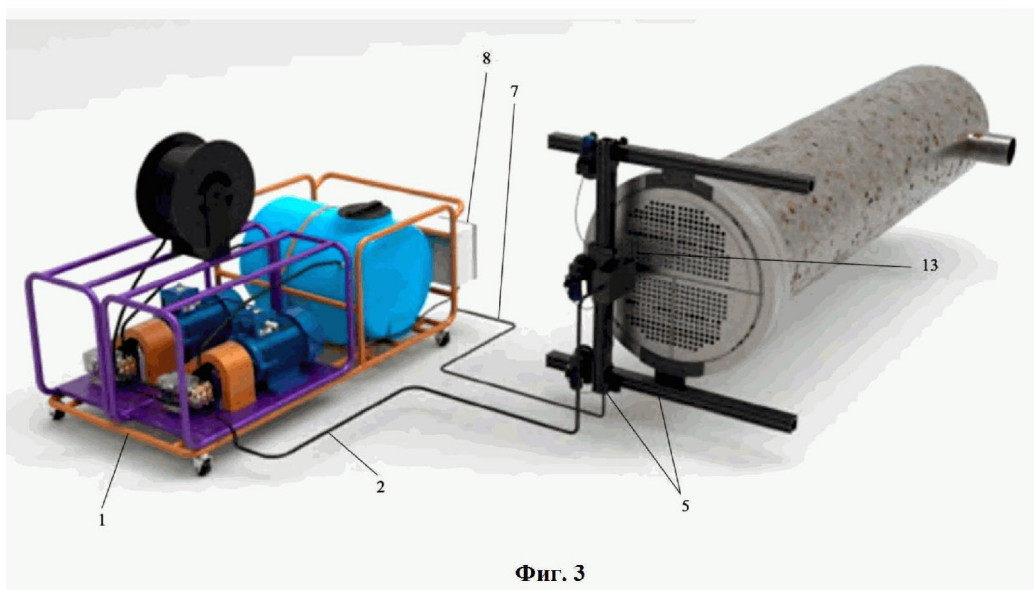
продольного и поперечного перемещения штанги от приводов соответствующих реверсивных электродвигателей с возможностью ее позиционирования, а также дифференциальный датчик местоположения штанги и скорости её движения, соединенный по сигнальному выходу с сигнальным входом электромеханического робота очистки, управляющие выходы которого соединены с управляющими входами соответствующих электродвигателей. Техническим результатом изобретения является повышение производительности и качества гидродинамической очистки внутренней поверхности труб теплообменных агрегатов на основе микрогидродуарного эффекта. 2 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



(51) Int. Cl.  
*F28G 1/16* (2006.01)  
*F28G 15/02* (2006.01)  
*F28G 15/06* (2006.01)  
*F28G 15/08* (2006.01)  
*B08B 3/02* (2006.01)  
*B08B 9/043* (2006.01)  
*C23G 3/04* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

*F28G 1/163* (2022.02); *F28G 15/02* (2022.02); *F28G 15/06* (2022.02); *F28G 15/08* (2022.02); *B08B 3/02* (2022.02); *B08B 9/043* (2022.02); *C23G 3/04* (2022.02)

(21)(22) Application: **2021127756, 22.09.2021**(24) Effective date for property rights:  
**22.09.2021**Registration date:  
**16.05.2022**

Priority:

(22) Date of filing: **22.09.2021**(45) Date of publication: **16.05.2022** Bull. № 14

Mail address:

**117449, Moskva, a/ya 57. OOO "Intellektualnaya  
sobstvennost", Ratova Elena Nikolaevna**

(72) Inventor(s):

**Pashkov Roman Evgenevich (RU),  
Maksakov Pavel Evgenevich (RU),  
Boldyrev Mikhail Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Obshchestvo s ogranichennoi otvetstvennostiu  
"BEND- RT" (RU)****(54) COMPLEX OF MICRO-HYDRAULIC SHOCK CLEANING OF THE INNER SURFACE OF THE PIPES OF THE HEAT EXCHANGE UNIT**

(57) Abstract:

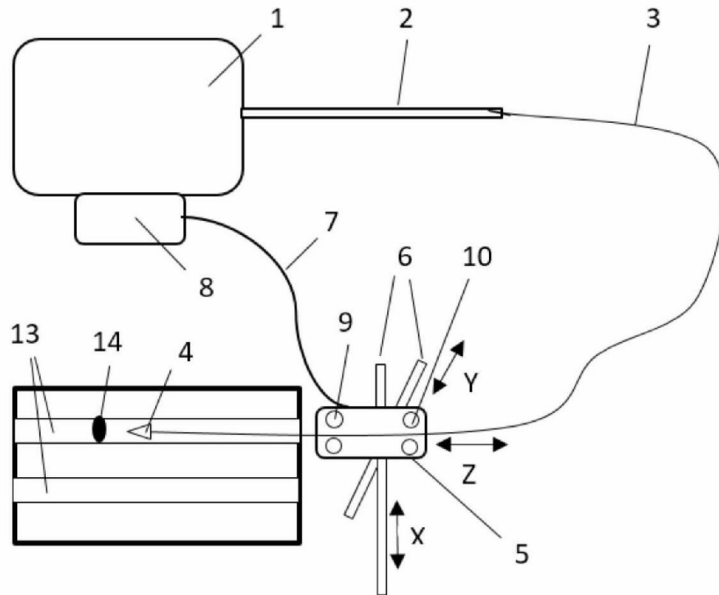
FIELD: pipeline maintenance.

SUBSTANCE: invention relates to devices designed for cleaning the inner surfaces of pipes. The complex of micro-hydraulic shock cleaning of the inner surface of the pipes of the heat exchange unit contains a movable nozzle of a micro-hydraulic shock cleaner, a high-pressure hose and a pumping station. The complex additionally contains an electromechanical cleaning robot with numerical control, the retractable hollow rod of which is made of elastic material and connected at the inlet through a high-pressure hose to the outlet of the pumping station, and at the outlet with a movable nozzle. The electromechanical cleaning robot also contains mechanisms for two-coordinate longitudinal

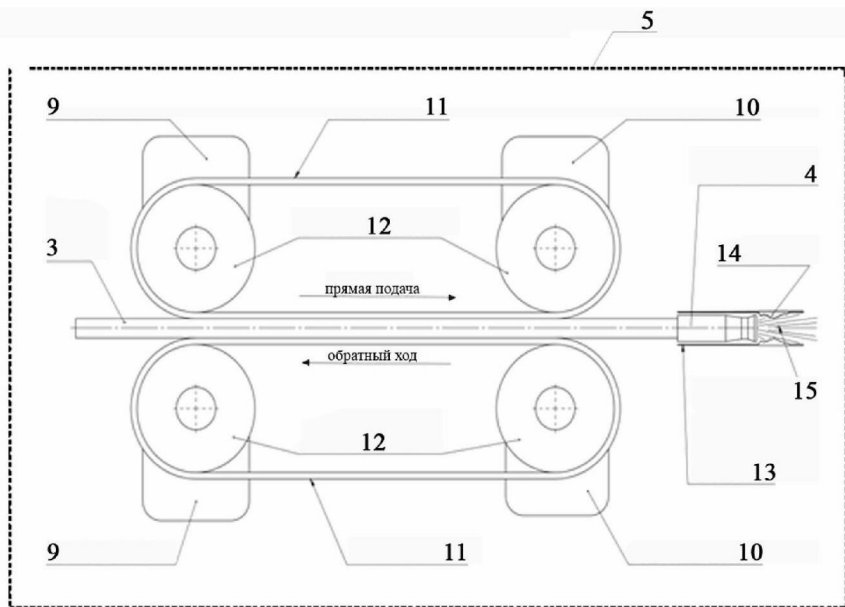
and transverse movement of the rod from the drives of the corresponding reversible electric motors with the possibility of positioning it, as well as a differential sensor for the location of the rod and the speed of its movement, connected via a signal output to the signal input of the electromechanical cleaning robot, the control outputs of which are connected to the control inputs of the corresponding electric motors.

EFFECT: increase in the productivity and quality of hydrodynamic cleaning of the inner surface of the pipes of heat exchange units based on the microhydraulic shock effect.

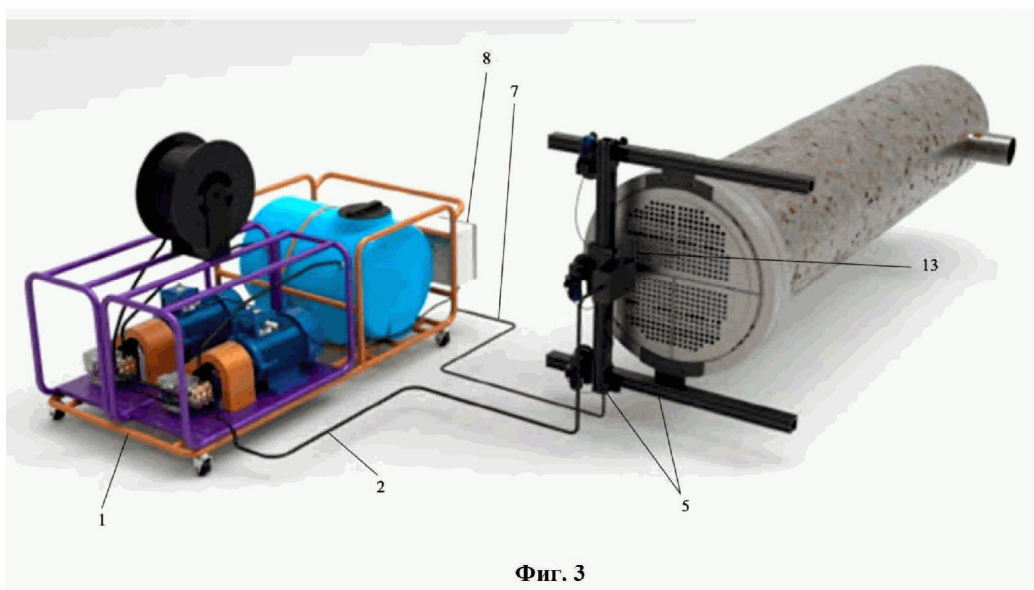
3 cl, 3 dwg



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

Изобретение относится к устройствам, предназначенным для очистки поверхностей, в частности, для чистки внутренних поверхностей труб или систем трубопроводов, путем механического воздействия потока текучей среды, например, сильным напором струи с использованием чистящих устройств, введенных в трубы и движущихся вдоль

5

Очистка труб теплообменных агрегатов производится для удаления солей, выпадающих из воды и отлагающихся на стенках барабанов, коллекторов и труб. Выпадение солей происходит при нагревании и испарении воды, причем в некоторых случаях выпадающие соли равномерно покрывают внутренние стенки плотной и

10 трудноотделимой коркой, которая называется накипью. В котлах встречается твердая, вязкая и рыхлая накипь. Наиболее опасной является вязкая накипь, обладающая низкой теплопроводностью. Наличие слоя накипи затрудняет теплопередачу от газов к воде. В некоторых случаях слой накипи толщиной 0,2 мм может вызвать недопустимый перегрев стенок труб, вызывающий пережог металла. На внутренней поверхности

15 экранных труб котлов высокого давления, особенно в зоне максимальных тепловых напряжений, появляются отложения накипи, которые могут привести к появлению свищей и к развитию интенсивной подшламовой коррозии, чаще всего около сварных соединений.

10

15

Известны комплексы гидродинамической очистки внутренней поверхности труб теплообменных агрегатов от накипи, органических и химических отложений (US20190163207, US20200356117, US20150068563, US20140336828, US20140336827, US20160129552, US10040169, US20140333525, US10265834B2, US20140336793, RU 2641277), основанных на использовании чистящих струйных головок, вводимых в полости теплообменных труб.

20

25

Наиболее близким по назначению и эффективности очистки труб теплообменных агрегатов от накипи, органических и химических отложений относится комплекс гидродинамической очистки поверхностей на основе микрогидродинамического эффекта, является патент (RU 2641277, кл. В08В 3/02, В05В 1/02, 2018 г). Устройство для гидродинамической очистки поверхностей на основе микрогидродинамического эффекта

30 содержит подвижный микрогидродинамический очиститель, шланг высокого давления и насосную станцию. Микрогидродинамический очиститель выполнен в виде насадки, содержащей проточный канал с профилем, образованным расположенным соосно и последовательно сопряженным друг с другом входным конфузуром, резонансной камерой и диффузором. Для обеспечения обратного-поступательного перемещения

35 насадки в каналах труб теплообменных агрегатов в процессе их чистки насадка выполнена с диаметром, меньшим диаметра очищаемых каналов, и снабжена ручным приводом в виде полужесткой силовой трубы, соответствующего диаметра. Вход водоподающей трубы соединен через шланг высокого давления с выходом насосной станции.

30

35

40

Недостатком известного устройства является невысокая производительность гидродинамической очистки внутренней поверхности труб на основе микрогидродинамического эффекта, из-за использования ручной очистки труб и ручного контроля качества их очистки по сопротивлению прохождения насадки в указанных каналах.

45

Проблемой, на которую направлено изобретение, является автоматизация процесса микрогидродинамической очистки труб теплообменного агрегата с одновременным автоматическим контролем качества указанной очистки.

Техническим результатом изобретения является повышение производительности и

качества гидродинамической очистки внутренней поверхности труб теплообменных агрегатов на основе микрогидроударного эффекта.

Поставленная проблема и заявленный технический результат достигаются тем, что комплекс микрогидроударной очистки внутренней поверхности труб теплообменного агрегата содержит подвижную насадку микрогидроударной очистки, шланг высокого давления и насосную станцию. Согласно изобретению комплекс дополнительно содержит электромеханический робот очистки с числовым программным управлением, выдвигная пустотелая штанга которого выполнена из упругого материала и соединена по входу через шланг высокого давления с выходом насосной станции, а по выходу - с насадкой микрогидроударной очистки. Электромеханический робот очистки содержит также механизмы двухкоординатного продольного и поперечного перемещения штанги от приводов соответствующих реверсивных электродвигателей с возможностью её позиционирования и дифференциальный датчик местоположения штанги и скорости её движения, соединенный по сигнальному выходу с сигнальным входом электромеханического робота очистки, управляющие выходы которого соединены с управляющими входами соответствующих электродвигателей.

Цифровой блок управления может быть выполнен в виде контроллера или микроЭВМ, который снабжён цифровой картой труб теплообменного агрегата, программой управления выдвигной пустотелой штанги в поперечной и продольной плоскости на основе цифровой карты.

Цифровой блок управления также снабжён программой оценки чистоты полости труб теплообменного агрегата, на основе данных дифференциального датчика о снижении скорости продольного движения штанги при пониженной проходимости насадки микрогидроударной очистки в зоне повышенного загрязнения труб теплообменного агрегата.

Введение электромеханического робота очистки, снабжение его выдвигной пустотелой штангой для возвратно - поступательного перемещения насадки в каналах труб теплообменного агрегата, снабжение его дифференциальным датчиком движения выдвигной пустотелой штанги, а также наличие цифрового блока управления с программой определения места загрязнения каналов труб теплообменного агрегата по данным датчика движения, позволяет автоматизировать процесс микрогидроударной очистки труб теплообменного агрегата, с одновременным контролем качества указанной очистки, а также исключить необходимость остановки процесса очистки труб, а за счет реверсивной тяги выдвигной пустотелой штанги обеспечить повторную очистку места загрязнения.

Сущность комплекса микрогидроударной очистки внутренней поверхности труб теплообменного агрегата иллюстрируется следующими рисунками, где на фиг. 1 представлена функциональная схема автоматизированного комплекса микрогидроударной очистки труб с цифровым блоком управления; на фиг. 2 - механизм продольного возвратно - поступательного перемещения выдвигной пустотелой штанги, оснащенного электродвигателем и дифференциальным датчиком местоположения штанги и скорости её движения; на фиг. 3 – фотография экспериментального образца комплекса микрогидроударной очистки, соединенного с трубами теплообменного агрегата.

На чертежах позициями обозначено:

1 – насосная установка высокого давления, генерирующая напор воды с давлением 180-500 бар и расходом 12-40 литров в минуту. Установка приводится в действие электрическим мотором (на фиг. не показано).

Электромеханический робот очистки, включает:

2 – шланг высокого давления, передающий поток жидкости под высоким давлением к насадке. Шланг имеет длину до 80 метров;

3 – выдвижная пустотелая штанга, в виде полужесткого шланга, из упругого материала длиной до 15 метров, соединяющая шланг 2 высокого давления с насадкой микрогидроударного очистителя накипи, предназначенной для непосредственной очистки труб;

4 – подвижная насадка микрогидроударного очистителя, преобразующая поток жидкости высокого давления в распыляемый конус, производящий очистку засоров и отложений на внутренних поверхностях труб;

5 – механизм продольного обратно - поступательного перемещения штанги 3 вдоль оси Z;

6 – механизм двухкоординатного перемещения и позиционирования выдвижной пустотелой штанги по осям X, Y;

7 – канал обратной связи в виде сигнального кабеля;

8 – цифровой блок управления, в виде управляющего контроллера или микроЭВМ, монтируется на насосной установке 1 и представляет собой промышленный компьютер с программой управления, обеспечивающий перемещение выдвижной пустотелой штанги 3 на расстояние по заданной программе, осуществляющий контроль скорости перемещения с помощью датчиков перемещения;

9 – дифференциальные датчики перемещения выдвижной пустотелой штанги 3, передающие сигналы по кабелю 7 обратной связи в цифровой блок 8 управления, контролируемые по заданной программе перемещение выдвижной пустотелой штанги 3;

10 – реверсивные электродвигатели перемещения, обеспечивающие по заданной программе линейное перемещение выдвижной пустотелой штанги 3 с насадкой 4 на ее конце;

11 – приводной ремень механизма 5 продольного обратно - поступательного перемещения;

12 – направляющие ролики, по которым производится перемещение выдвижной пустотелой штанги 3;

13 – очищаемая труба теплообменного агрегата;

14 – место засора;

15 – область микрогидроударного воздействия

Механизмы 5 и 6 двухкоординатного продольного и поперечного перемещения выдвижной пустотелой штанги 3 от приводов реверсивных электродвигателей 10 перемещения, а также - дифференциальный датчик 9 перемещения и скорости её движения соединены по сигнальному выходу с цифровым блоком 8 управления.

Комплекс микрогидроударной очистки внутренней поверхности труб теплообменного агрегата работает следующим образом.

Перед началом работ производят первичное программирование системы с учетом числа очищаемых труб 13, а также их геометрическое расположение. Также программируют уровень допустимых остаточных загрязнений на поверхности труб 13 (количество, протяжённость, глубина слоя загрязнений). Комплекс в работу запускает управляющая программа цифрового блока 8 управления. Механизм 5 продольного обратно - поступательного перемещения осуществляет перемещение выдвижной пустотелой штанги 3 с установленной на ней насадкой 4 вдоль очищаемой трубы 13. Механизм двухкоординатного перемещения и позиционирования 6 обеспечивает

перемещение выдвижной пустотелой штанги от одной трубы 13 к другой. При обнаружении места 14 засора остаточных загрязнений, величина которых превышает допустимую, с определением глубины каждого места 14 засора и её протяжённости, подается сигнал от дифференциальных датчиков 9 перемещения по каналу 7 обратной связи на цифровой блок 8 управления, который подает сигнал реверсивным электродвигателям 10 перемещения для возвратного – поступательного перемещения штанги 3 на заданное расстояние при помощи механизма 5 и повторного перемещения штанги 3 с наконечником 4 к обнаруженному месту 14 засора для повторного воздействия микрогидроударного воздействия на место 14 засора. При замедлении скорости подачи насадки 4 менее установленного порога, программа цифрового блока 8 управления запускает алгоритм повторной очистки.

Возможность контроля за проведением очистки труб теплообменного агрегата, повышает производительность очистки за счет возможности своевременного повторного микрогидроударного воздействия на место засора, без остановки запущенного процесса. В настоящее время комплекс микрогидроударной очистки внутренней поверхности труб теплообменного агрегата находится на стадии экспериментального образца.

#### (57) Формула изобретения

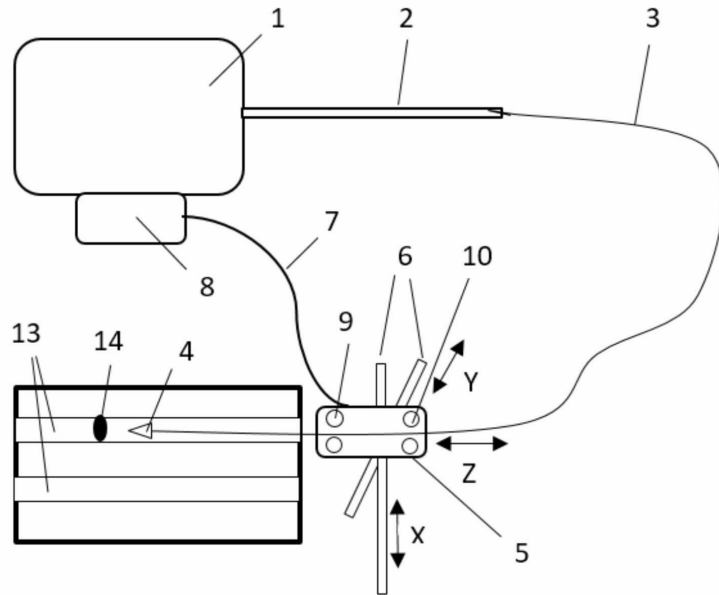
1. Комплекс микрогидроударной очистки внутренней поверхности труб теплообменного агрегата, содержащий подвижную насадку микрогидроударной очистки, шланг высокого давления и насосную станцию, отличающийся тем, что он дополнительно содержит электромеханический робот очистки с цифровым программным управлением, выдвижная пустотелая штанга которого выполнена из упругого материала и соединена по входу через шланг высокого давления с выходом насосной станции, а по выходу - с насадкой микрогидроударной очистки, электромеханический робот очистки содержит также механизмы двухкоординатного продольного и поперечного перемещения штанги от приводов соответствующих реверсивных электродвигателей с возможностью ее позиционирования, и по крайней мере один дифференциальный датчик местоположения штанги и скорости её движения, соединенный по сигнальному выходу с сигнальным входом электромеханического робота очистки, управляющие выходы которого соединены с управляющими входами соответствующих электродвигателей.

2. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что для автоматизации процесса очистки труб, цифровой блок управления выполнен в виде контроллера или микроЭВМ, снабжённый цифровой картой труб теплообменного агрегата, программой управления выдвижной пустотелой штанги в поперечной и продольной плоскости на основе цифровой карты.

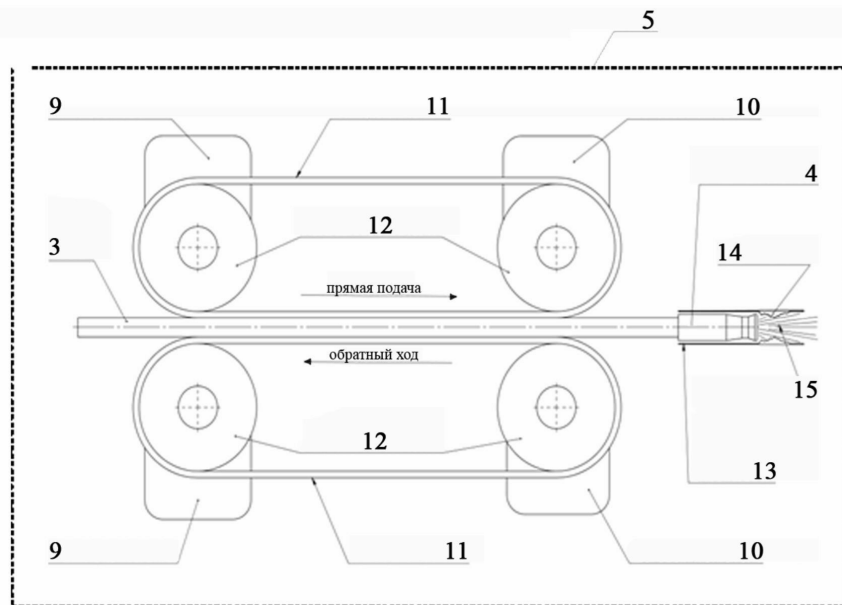
3. Комплекс по п. 1, отличающийся тем, что цифровой блок управления снабжён программой оценки чистоты полости труб теплообменного агрегата на основе данных дифференциального датчика о снижении скорости продольного движения штанги при пониженной проходимости насадки микрогидроударной очистки в зоне повышенного загрязнения труб теплообменного агрегата.



1

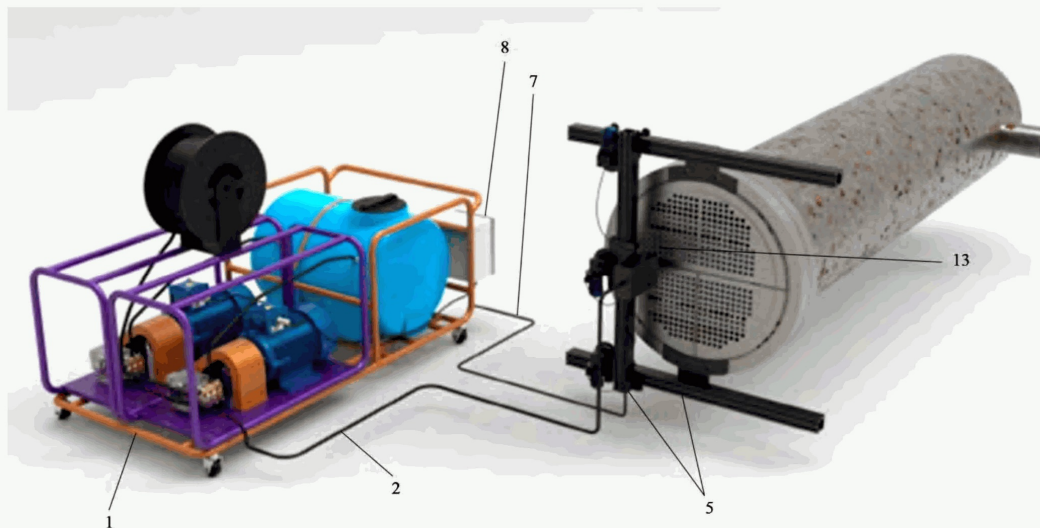


Фиг. 1



Фиг. 2

2



Фиг. 3