

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **044140**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.07.26

(21) Номер заявки
202390741

(22) Дата подачи заявки
2020.11.27

(51) Int. Cl. **F28G 3/16** (2006.01)
F28G 15/02 (2006.01)
B08B 3/02 (2006.01)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБ ПАРОГЕНЕРАТОРА АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

(31) 2020131368

(32) 2020.09.23

(33) RU

(43) 2023.06.02

(86) PCT/RU2020/000636

(87) WO 2022/066035 2022.03.31

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"РОССИЙСКИЙ КОНЦЕРН
ПО ПРОИЗВОДСТВУ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И
ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА
АТОМНЫХ СТАНЦИЯХ";
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"АТОМЭНЕРГОРЕМОНТ" (АО
"АТОМЭНЕРГОРЕМОНТ");
ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
"КРОК" (ООО "КРОК");**

**ЧАСТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ
НАУЧНОГО РАЗВИТИЯ
АТОМНОЙ ОТРАСЛИ "НАУКА
И ИННОВАЦИИ" (ЧАСТНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ "НАУКА И
ИННОВАЦИИ") (RU)**

(72) Изобретатель:
**Евсеев Геннадий Васильевич,
Щетинин Геннадий Николаевич,
Романчук Виталий Борисович,
Салищев Сергей Александрович (RU)**

(74) Представитель:
Снегов К.Г. (RU)

(56) RU-C2-2692748
RU-C1-2402760
RU-U1-157557
DE-U1-0020201322

(57) Изобретение относится к очистке труб трубного пучка парогенератора атомной электростанции. Устройство для очистки теплообменных труб парогенератора атомной электростанции, содержащее манипулятор, установленный с возможностью перемещения и фиксации в вертикальном коридоре между пучками теплообменных труб, установленную на манипуляторе с возможностью поворота насадку, в виде головки форсунок, связанных с трубопроводом для подачи высоконапорных водяных струй, средства дистанционного управления и видеоконтроля, при этом манипулятор снабжен корпусом, установленным на направляющей монтажной раме, связанным с основанием, расположенным на корпусе приводом главного вращательного движения, связанной с корпусом стойкой, выполненной в виде полой колонны, закрепленным на стойке приводом вспомогательного движения, связанными со стойкой коленом, выполненным в виде трубы с зубчатой рейкой, коленом исполнительных узлов и головкой координатной. Технический результат - снижение времени очистки и надежности удаления отложений.

B1

044140

044140

B1

Изобретение относится к области очистки поверхностей, в частности может быть использовано для очистки от накипи и шламовых отложений поверхности труб трубного пучка парогенератора.

Известны химические (патент РФ № 2704169) и гидромеханические (патент РФ № 2692748) способы очистки поверхностей теплообменных труб парогенераторов атомных электростанций.

Химические способы очистки не позволяют достичь полной степени очистки локальных областей с забитым межтрубным пространством, кроме того при повышенной концентрации возможны локальные повреждения металла теплообменных труб.

Устройство для очистки теплообменных труб парогенератора атомной электростанции водяными струями высокого давления по патенту РФ № 2692748, содержащее манипулятор, установленный с возможностью перемещения и фиксации в вертикальном коридоре, проходящем между пучками теплообменных труб, соединенный с манипулятором подъемник и установленную на манипуляторе с возможностью поворота насадку, обеспечивает очистку теплообменных труб, однако за счет только частичного поворота насадки, эффективность очистки с использованием известного технического решения снижается, особенно при очистке от чашучатых отложений, плотно сцепленных с поверхностью труб. Кроме того, управление известным устройством достаточно сложное, особенно при требуемой точности размещения манипулятора в межтрубном пространстве. Еще одним недостатком известного технического решения являются большие габариты привода движения манипулятора.

Задачей, решаемой предлагаемым изобретением, является повышение эффективности очистки.

Технический результат предлагаемого изобретения заключается в снижении времени очистки и надежности удаления отложений.

Указанный технический результат достигается тем, что устройство для очистки теплообменных труб парогенератора атомной электростанции водяными струями высокого давления, содержащее манипулятор, установленный с возможностью перемещения и фиксации в вертикальном коридоре, проходящем между пучками теплообменных труб, соединенный с манипулятором подъемник и установленную на манипуляторе с возможностью поворота насадку, связанную с рукавом высокого давления, средства дистанционного управления и видеоконтроля, согласно предлагаемому изобретению снабжено направляющей монтажной рамой, головкой координатной, узлом уборки шлама с днища парогенератора и вспомогательным оборудованием, при этом манипулятор снабжен основанием, установленным на направляющей монтажной раме, корпусом, связанным с основанием, расположенным на корпусе приводом главного вращательного движения, связанной с корпусом стойкой, выполненной в виде полой колонны, закрепленной на стойке приводом вспомогательного движения, связанными со стойкой коленом, выполненным в виде трубы с зубчатой рейкой, коленом исполнительных узлов и головкой координатной, а насадка выполнена в виде головки форсунок, связанных с рукавом высокого давления.

В устройстве для очистки теплообменных труб парогенератора головки форсунок преимущественно установлены с возможностью поворота так, чтобы обеспечивать направление водяной струи высокого давления под углом от 30 до 150°.

Корпус и стойка манипулятора в устройстве для очистки теплообменных труб парогенератора могут быть снабжены концевыми выключателями.

Вспомогательное оборудование в устройстве для очистки теплообменных труб парогенератора состоит из насоса высокого давления, связанных с ним шлангов высокого давления, всасывающих насосов, связанных с ними всасывающих патрубков и всасывающих шлангов, приемной емкости, промежуточных вакуумных насосов, фильтров и емкостного бака.

В устройстве для очистки теплообменных труб парогенератора манипулятор может быть снабжен пневматической тормозной системой, а головка координатная преимущественно содержит по крайней мере один вихретоковый датчик, закрепленный на пружинной подвеске.

Изложенная сущность изобретения поясняется чертежами, где на фиг. 1 представлена схема места проведения работ по очистке, на фиг. 2 показан общий вид манипулятора в сборе с коленом, на фиг. 3 представлен общий вид манипулятора в сборе с коленом и коленом исполнительных узлов.

Устройство для очистки теплообменных труб парогенератора атомной электростанции водяными струями высокого давления содержит манипулятор 1, установленный с возможностью перемещения и фиксации в вертикальном коридоре 2, проходящем между пучками теплообменных труб 3.

Манипулятор 1 соединен с подъемником (на фигуре не показан) для обеспечения возможности доставки и размещения его внутри парогенератора в зону работ. Для обеспечения точности перемещения манипулятора 1 устройство снабжено средствами дистанционного управления и видеоконтроля.

Подача водяных струй высокого давления осуществляется через установленную на манипуляторе 1 с возможностью поворота насадку (на фигуре не показана), связанную с рукавом 4 высокого давления.

Для осуществления перемещения манипулятора, оценки состояния металла теплообменных труб парогенератора, определения мест очистки и процесса очистки теплообменных труб парогенератора устройство снабжено средствами дистанционного управления и видеоконтроля (на фигуре не показано).

Устройство для очистки теплообменных труб парогенератора также снабжено направляющей монтажной рамой 5, головкой координатной, а также узлом уборки шлама с днища парогенератора и вспомогательным оборудованием (на фигуре не показано).

При этом манипулятор 1 снабжен основанием 6, установленным на направляющей монтажной раме 5, корпусом 7, связанным с основанием 6.

На корпусе 7 расположен привод 8 главного вращательного движения. С корпусом 7 связана стойка 9, выполненная в виде полой колонны. На стойке 9 закреплен привод вспомогательного движения.

Со стойкой 9 связано колено 10, выполненное в виде трубы с зубчатой рейкой 11, а также колено 12 исполнительных узлов и головка координатная.

Насадка выполнена в виде головки форсунок, связанных с рукавом 4 высокого давления.

В устройстве для очистки теплообменных труб парогенератора головки форсунок преимущественно установлены с возможностью поворота так, чтобы обеспечивать направление водяной струи высокого давления под углом от 30 до 150°.

Корпус 7 и стойка 9 манипулятора 1 в устройстве для очистки теплообменных труб парогенератора преимущественно снабжаются концевыми выключателями.

Вспомогательное оборудование (на фигуре не показано) состоит из насоса высокого давления, связанных с ним шлангов высокого давления, всасывающих насосов, связанных с ними всасывающих патрубков и всасывающих шлангов, приемной емкости, промежуточных вакуумных насосов, фильтров и емкостного бака.

Манипулятор 1 может быть снабжен пневматической тормозной системой, а головка координатная преимущественно содержит по крайней мере один вихретоковый датчик, закрепленный на пружинной подвеске.

Работа устройства для очистки теплообменных труб парогенератора атомной электростанции водяными струями высокого давления осуществляется следующим образом.

Устройство для очистки теплообменных труб парогенератора опускается внутрь парогенератора между пучками теплообменных труб, монтируется над одной из выбранных ячеек парогенератора и подключается к насосу высокого давления.

Манипулятор 1 осуществляет движение вдоль направляющей монтажной рамы 5, при этом контроль и выбор режима скорости его передвижения регулируется пневматической тормозной системой.

Струи воды под высоким давлением охватывают обе части расположенных друг против друга секторов труб 3 вдоль коридора межтрубного прохода. Система видеоконтроля обеспечивает точное размещение и выравнивание по каждому ряду труб 3 и колоннам труб.

Манипулятор 1 приводится в движение сервоприводом, имеющим в своем составе датчики положения и скорости и блок управления приводом, автоматически поддерживающим необходимые параметры на датчике (и, соответственно, на манипуляторе 1) согласно заданному внешнему значению. При достижении крайней точки передвижения манипулятор 1 возвращается в исходную точку начала движения или опускается вниз на 5-10 мм (в зависимости от выбранного режима). Заданный режим очистки происходит в автоматическом режиме до достижения нижней точки пучка теплообменных труб 3.

Очистка осуществляется с помощью ударного воздействия капельного потока, образующегося при столкновении струи высокого давления с пучком труб 3. Эффективность удаления отложений обеспечивается при высоких параметрах насоса: расход 150 л/мин при давлении 1500 бар, и, как следствие, интенсивного ударного воздействия.

С помощью манипулятора 1 работы выполняются дистанционно при движении манипулятора 1 из верхнего ряда труб 3 парогенератора в пошаговой последовательности до покрытия всех сегментов труб 3 в направлениях с различной ориентацией промывки. Процесс очистки возможен в различных направлениях подачи струи воды от 30 до 150° с перемещением насадки с форсунками вдоль межтрубного вертикального коридора. Контроль отмытки ведется за счет видеонаблюдения. В зависимости от качества очистки процесс может быть повторен до достижения необходимого результата.

Вспомогательное технологическое оборудование состоит из насоса высокого давления, шлангов высокого давления, всасывающих патрубков, всасывающих насосов, всасывающих шлангов, модуля, состоящего из приемной емкости, промежуточных вакуумных насосов, модуля фильтров и емкостного бака. Монтаж вспомогательного технологического оборудования производится при подготовке устройства к работе.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Устройство для очистки теплообменных труб парогенератора атомной электростанции водяными струями высокого давления, содержащее манипулятор, установленный с возможностью перемещения и фиксации в вертикальном коридоре, проходящем между пучками теплообменных труб, соединенный с манипулятором подъемник и установленную на манипуляторе с возможностью поворота насадку, связанную с рукавом высокого давления, средства дистанционного управления и видеоконтроля, отличающееся тем, что устройство снабжено направляющей монтажной рамой, головкой координатной, узлом уборки шлама с днища парогенератора и вспомогательным оборудованием, при этом манипулятор снабжен основанием, установленным на направляющей монтажной раме, корпусом, связанным с основанием, расположенным на корпусе приводом главного вращательного движения, связанной с корпусом стойкой,

выполненной в виде полый колонны, закрепленным на стойке приводом вспомогательного движения, связанными со стойкой коленом, выполненным в виде трубы с зубчатой рейкой, коленом исполнительных узлов и головкой координатной, а насадка выполнена в виде головки форсунок, связанных с рукавом высокого давления.

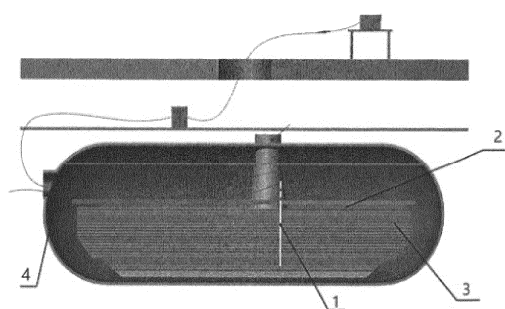
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что головки форсунок установлены с возможностью поворота так, чтобы обеспечивать направление водяной струи высокого давления под углом от 30 до 150°.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что корпус и стойка снабжены концевыми выключателями.

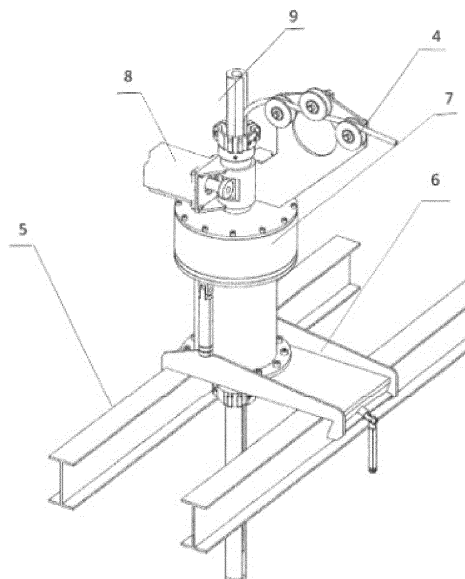
4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что вспомогательное оборудование состоит из насоса высокого давления, связанных с ним шлангов высокого давления, всасывающих насосов, связанных с ними всасывающих патрубков и всасывающих шлангов, приемной емкости, промежуточных вакуумных насосов, фильтров и емкостного бака.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что манипулятор снабжен пневматической тормозной системой.

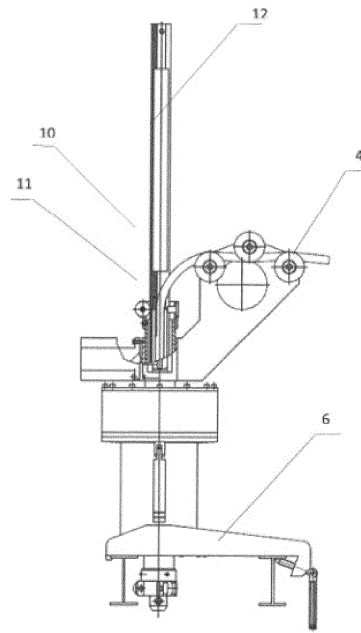
6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что головка координатная содержит по крайней мере один вихревой датчик, закрепленный на пружинной подвеске.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3