

(19)



**Евразийское  
патентное  
ведомство**

(11) **046352**

(13) **B1**

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

**(45)** Дата публикации и выдачи патента  
**2024.03.04**

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

**(21)** Номер заявки  
**202390742**

**(22)** Дата подачи заявки  
**2020.11.27**

---

**(54) СПОСОБ ОЧИСТКИ ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ**

---

**(31)** 2020128922

**(32)** 2020.09.01

**(33)** RU

**(43)** 2023.05.04

**(86)** PCT/RU2020/000640

**(87)** WO 2022/050866 2022.03.10

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

**(74)** Представитель:  
Снегов К.Г. (RU)

**(56)** RU-C2-2692748  
US-B2-7405558  
RU-C1-2402760  
RU-U1-157557

**(57)** Изобретение относится к очистке поверхностей труб трубного пучка парогенератора атомной электростанции. В способе очистки теплообменных труб парогенераторов атомной электростанции, заключающемся в том, что соединенный с подъемником гидродинамический манипулятор вводят в вертикальный коридор внутри теплообменника, предварительно выполняют измерения мощности дозы внутри парогенератора, проводят измерение вихретоковых сигналов и анализ полученных сигналов для оценки состояния стенок теплообменных трубок и толщины отложений на них, определяют координаты сектора очистки и производят расчет времени и режимов очистки, с помощью по меньшей мере одного сопла, установленного с возможностью поворота вокруг поворотной оси, выпускают высоконапорную водяную струю, гидродинамический манипулятор перемещают в соответствии с координатами сектора очистки при установленном давлении подачи водяной струи от 1000 до 1500 бар и расходе от 100 до 150 л/мин и одновременным видеоконтролем зоны обработки. Технический результат - снижение времени очистки и надежности удаления отложений.

**B1**

**046352**

**046352**

**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 способы удаления локальных отложений на теплообменных трубках парогенераторов атомной электростанции, например, по патенту РФ № 2692748, с использованием водяных струй высокого давления, согласно которому соединенный с подъемником манипулятор вводят в вертикальный коридор внутри теплообменника, с боковых сторон ограниченный пучками труб, которые соответственно содержат проходящие горизонтально трубы теплообменника, очистку осуществляют с помощью манипулятора и по меньшей мере одного сопла, установленного с возможностью поворота вокруг поворотной оси, ориентация которой согласована с расстоянием между трубами в пучке труб теплообменника, выпускают водяную струю, поворачиваемую по отношению к очищаемой зоне, при этом для очистки теплообменника манипулятор может быть временно зафиксирован с блокировкой внутри вертикального коридора в заданных позициях.

Известный способ не позволяет определить максимальное время обработки и локальных мест обработки, достичь точности позиционирования 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 в способе удаления локальных отложений на теплообменных трубках парогенераторов атомной электростанции, заключающемся в том, что соединенный с подъемником манипулятор вводят в вертикальный коридор внутри теплообменника, с помощью гидродинамического манипулятора и по меньшей мере одного сопла, установленного с возможностью поворота вокруг поворотной оси, ориентация которой согласована с расстоянием между трубами в пучке труб теплообменника, выпускают водяную струю, поворачиваемую по отношению к очищаемой зоне, при этом манипулятор временно фиксируют в заданных позициях внутри вертикального коридора, предлагается предварительно выполнять измерения мощности дозы внутри парогенератора непосредственно в месте производства работ, на основании результатов измерений определять допустимое время проведения работ, проводить измерение вихретоковых сигналов и анализ полученных сигналов для оценки состояния металла стенок теплообменных трубок и толщины отложений на них для поиска сектора с локальными отложениями, определять координаты сектора очистки и производить расчет времени и режимов очистки, а очистку отложений производить ударным воздействием высоконапорной струи с применением последовательно перемещаемого гидродинамического манипулятора, установленного на монтажной раме с возможностью вращения и перемещения, размещенной в соответствии с определенными координатами сектора очистки, при установленном давлении подачи водяной струи от 1000 до 1500 бар и расходе от 100 до 150 л/мин и одновременным видеоконтролем зоны обработки, после завершения процесса очистки производить контрольные измерения вихретоковых сигналов и по полученным показателям судить о необходимости дополнительной очистки.

Изобретение поясняется чертежами, где на фиг. 1 представлена схема места проведения работ по очистке, на фиг. 2 представлен общий вид манипулятора для гидромеханической очистки, на фиг. 3 представлены ВТ-сигналы с изменениями толщины отложений после первого режима очистки.

Способ удаления локальных отложений на теплообменных трубках парогенераторов атомной электростанции осуществляют следующим образом.

Предварительно выполняют измерения мощности дозы внутри парогенератора 1 непосредственно в месте производства работ, и на основании полученных результатов измерений определяют допустимое время проведения работ в месте 2 нахождения оператора.

Затем проводят измерение вихретоковых сигналов, и по полученным измерениям для поиска сектора с локальными отложениями проводят анализ для оценки состояния металла стенок теплообменных трубок и толщины отложений на них. Эти действия позволяют определить координаты сектора очистки и произвести расчет времени и режимов очистки.

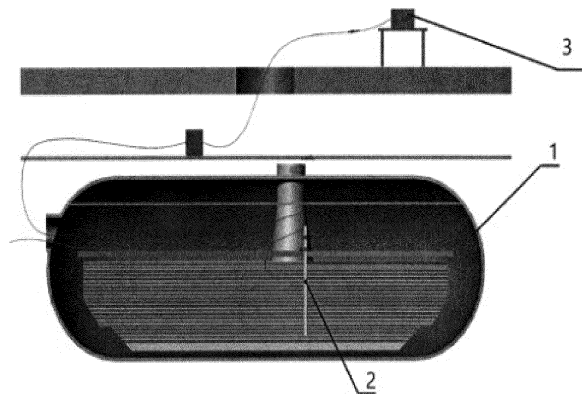
После этого соединенный с подъемником гидромеханический манипулятор 2 вводят в вертикальный коридор внутри парогенератора 1, с помощью гидродинамического манипулятора и по меньшей мере одного сопла, установленного с возможностью поворота вокруг поворотной оси, ориентация которой согласована с расстоянием между трубами в пучке труб теплообменника, производят процесс очистки. Сам процесс очистки сводится к следующему: выпускают водяную струю, поворачиваемую по отношению к очищаемой зоне, при этом гидромеханический манипулятор временно фиксируют в заданных позициях внутри вертикального коридора, при этом очистку отложений производят ударным воздействием высоконапорной струи с применением последовательно перемещаемого гидродинамического манипулятора 2, установленного на монтажной раме с возможностью вращения и перемещения, размещенной в соответствии с определенными ранее координатами сектора очистки. Подачу водяной струи осуществляют при следующих установленных параметрах: давлении от 1000 до 1500 бар и расходе от 100 до 150 л/мин. В процессе обработки осуществляют одновременный видеоконтроль зоны обработки.

После завершения процесса очистки производят контрольные измерения вихретоковых сигналов и по полученным показателям судят о необходимости дополнительной очистки.

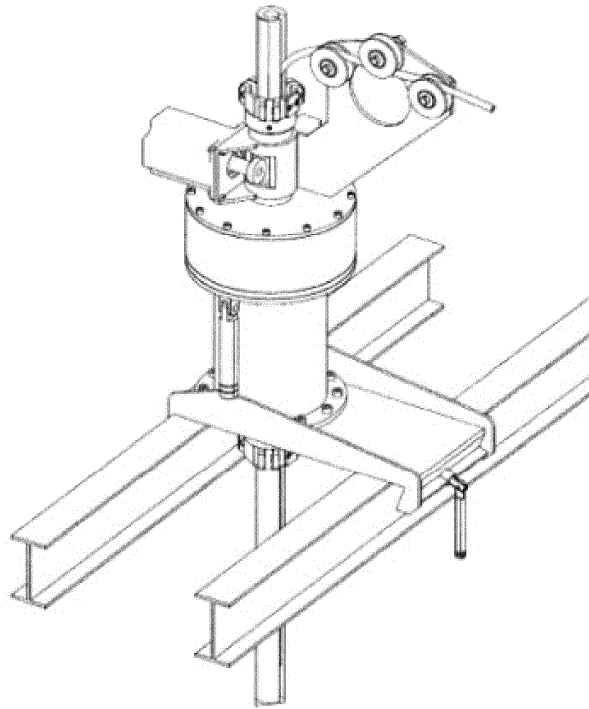
Указанный способ был использован на Балаковской АЭС. В ходе испытаний тестировались различные комбинации давления и насадок с разными диаметрами форсунок. При использовании режима с давлением 800 бар, расходом 60-70 л/мин и временем очистки 20 мин было установлено, что на большей части поверхности загрязненность практически не изменилась. На фиг. 3 представлены ВТ-сигналы с изменениями толщины отложений после первого режима очистки. С помощью гидродинамического манипулятора, имеющего главное вращательное движение и вспомогательное вертикальное перемещение, осуществлялась последовательная обработка участков труб, имеющих наибольшую загрязненность. При достижении давления от 1000 до 1500 бар и расхода воды до 100 и выше процесс обработки являлся эффективным, загрязненность удалялась. Для подтверждения удаления отложений проводились измерения вихретоковых сигналов.

#### ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

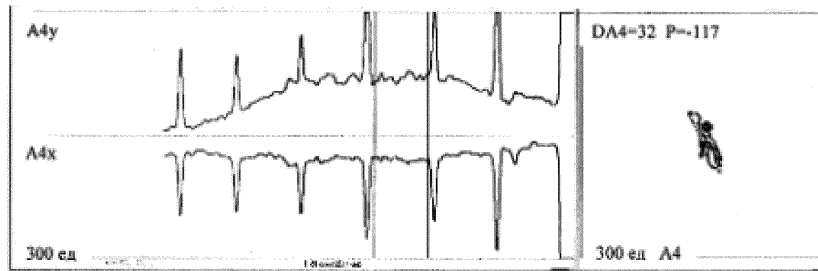
Способ удаления локальных отложений на теплообменных трубках парогенераторов атомной электростанции, заключающийся в том, что соединенный с подъемником манипулятор вводят в вертикальный коридор внутри теплообменника, с помощью гидродинамического манипулятора и по меньшей мере одного сопла, установленного с возможностью поворота вокруг поворотной оси, ориентация которой согласована с расстоянием между трубами в пучке труб теплообменника, выпускают водяную струю, поворачиваемую по отношению к очищаемой зоне, при этом манипулятор временно фиксируют в заданных позициях внутри вертикального коридора, отличающийся тем, что предварительно выполняют измерения мощности дозы внутри парогенератора непосредственно в месте производства работ, на основании результатов измерений определяют допустимое время проведения работ, проводят измерение вихретоковых сигналов и анализ полученных сигналов для оценки состояния металла стенок теплообменных трубок и толщины отложений на них для поиска сектора с локальными отложениями, определяют координаты сектора очистки и производят расчет времени и режимов очистки, а очистку отложений производят ударным воздействием высоконапорной струи с применением последовательно перемещаемого гидродинамического манипулятора, установленного на монтажной раме с возможностью вращения и перемещения, размещенной в соответствии с определенными координатами сектора очистки, при установленном давлении подачи водяной струи от 1000 до 1500 бар и расходе от 100 до 150 л/мин и одновременным видеоконтролем зоны обработки, после завершения процесса очистки производят контрольные измерения вихретоковых сигналов и по полученным показателям судят о необходимости дополнительной очистки.



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3