

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 15083

(13) С1

(46) 2011.12.30

(51) МПК

F 28G 7/00 (2006.01)

B 06B 1/08 (2006.01)

(54) СПОСОБ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЧИСТКИ ТЕПЛОАГРЕГАТА ОТ ОТЛОЖЕНИЙ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(21) Номер заявки: а 20071082

(22) 2007.09.03

(43) 2009.04.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(72) Авторы: Дежкунов Николай Васильевич; Силенко Алексей Иванович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники" (ВУ)

(56) RU 2287381 С2, 2006.

ВУ 3407 U, 2007.

RU 2251062 С2, 2005.

RU 2196646 С2, 2003.

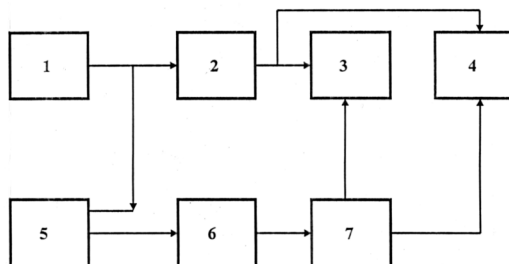
JP 1127899 А, 1989.

GB 980216 А, 1965.

(57)

1. Способ ультразвуковой очистки теплоагрегата от отложений, в котором на поверхность теплоагрегата воздействуют импульсным ультразвуковым полем, генерируемым магнитострикционными преобразователями при подаче на их основные обмотки основных импульсов тока с заданным периодом следования τ , и одновременно подают на обмотки подмагничивания указанных преобразователей импульсы подмагничивающего тока, длительность t и период следования которых выбирают из интервала от $10^2\tau$ до $10^4\tau$ и от $10t$ до 10^3t соответственно.

2. Устройство для ультразвуковой очистки теплоагрегата от отложений, содержащее по меньшей мере два магнитострикционных преобразователя с основными обмотками и включенными попарно навстречу друг другу обмотками подмагничивания и электронный блок, содержащий генератор импульсов тока и генератор подмагничивающего тока, соединенные выходами соответственно с основными обмотками и с обмотками подмагничивания, а также источник питания и блок установки и управления режимом подмагничивания, соединенный выходом с управляющим электродом тиристора генератора подмагничивающего тока.



BY 15083 C1 2011.12.30

Изобретение относится к области ультразвукового приборостроения, может быть использовано для очистки от отложений внутренних и наружных теплопередающих поверхностей и каналов теплоагрегатов в теплоэнергетике, на судах речного и морского флотов и т.п.

Известен способ ультразвуковой очистки теплоагрегатов от отложений, реализованный в устройствах по авторским свидетельствам [а.с. СССР 1075508, МПК В 06В 1/08, 1980; 1205383, МПК В 06В 1/08, 1981].

Данный способ заключается в том, что с помощью однополупериодного выпрямителя в положительные полупериоды напряжения питающей сети производится заряд накопительного конденсатора, через определенное число периодов в отрицательный полупериод с помощью пары коммутирующих элементов формируется пачка токовых силовых импульсов через обмотки возбуждения группы магнитоотрицательных преобразователей, сравнивают сигнал управления одним коммутирующим элементом с падением напряжения на управляющем входе второго коммутирующего элемента и при совпадении их во времени формируется сигнал запрета на подачу управляющих импульсов на коммутирующие элементы.

Наиболее близким к заявляемому является способ ультразвуковой очистки теплоагрегатов, реализованный в приборе "Устройство ультразвуковое "Акустик" [RU 2287381 C1, 2006].

Этот способ заключается в применении для ультразвуковой очистки теплоагрегата двух групп магнитоотрицательных преобразователей, в обмотках возбуждения которых формируют пачки силовых токовых импульсов с помощью двух пар коммутирующих элементов, используя при формировании пачек токовых силовых импульсов для каждой группы магнитоотрицательных преобразователей свой однополупериодный выпрямитель и накопительный конденсатор, выявлении аварийного режима одновременного открытого состояния обоих коммутирующих элементов каждой пары и формировании сигнала запрета на поступление сигналов управления на управляющие входы коммутирующих элементов пары по совпадению во времени сигнала управления одним коммутирующим элементом с падением напряжения на управляющем входе второго коммутирующего элемента.

Известно устройство для ультразвуковой очистки теплоагрегатов от отложений [а.с. СССР 1075508, МПК В 06В 1/08, 1980; 1205383, МПК В 06В 1/08, 1981], содержащее блок питания, выход которого подсоединен к последовательной цепочке из первого коммутирующего элемента, обмотки возбуждения магнитоотрицательного преобразователя с выведенной средней точкой и второго коммутирующего элемента пары коммутирующих элементов, где параллельно второй половине обмотки возбуждения и второму коммутирующему элементу подсоединен коммутирующий конденсатор, первый и второй блоки частоты следования импульсов, блок управления, в котором реализованы функции формирования импульсов управления коммутирующими элементами и функции защиты от аварийного режима одновременного протекания тока через оба коммутирующих элемента.

Наиболее близким к заявляемому является устройство для ультразвуковой очистки теплоагрегатов от отложений "Устройство ультразвуковое "Акустик" [RU 2287381 C1, 2006]. Это устройство содержит как минимум две группы магнитоотрицательных преобразователей, однополупериодный выпрямитель и накопительный конденсатор.

Принцип работы известного устройства состоит в следующем. Генератор вырабатывает импульсы тока, которые подают по обмотке магнитоотрицательного преобразователя. Последний под действием импульсов магнитного поля, генерируемого током, протекающим через обмотку преобразователя, вырабатывает затухающие ультразвуковые импульсы, передаваемые через волновод и концентратор в теплообменник.

В ультразвуковом поле соли жесткости кристаллизуются непосредственно в толще воды, образуя мелкодисперсный шлам, а колебания поверхностей нагрева препятствуют осаждению шлама на стенках труб и теплопередающих поверхностях. Поэтому шлам

находится в воде во взвешенном состоянии и удаляется из котла при регулярных продувках, в результате чего образования накипи не происходит. Кроме этого, ультразвуковые колебания создают механические напряжения, разрушающие ранее образовавшуюся накипь, т.е. происходит постепенное очищение котла от накипи в процессе его работы. Отслоившиеся мелкие частицы накипи также удаляются из котла при периодических продувках.

Основным недостатком известного способа является недостаточно высокая эффективность подавления процесса образования накипи на рабочих поверхностях тепловых агрегатов, что связано с недостаточно высокой амплитудой колебаний магнитострикционных преобразователей под действием токовых силовых импульсов. При увеличении тока в импульсе амплитуда колебаний вначале растет линейно, затем скорость роста амплитуды уменьшается, приближаясь к предельной. Дальнейшее увеличение тока практически не вызывает увеличения амплитуды колебаний.

Недостатком известных устройств является низкая амплитуда колебаний излучателя. Например, на частоте 20 кГц максимальная амплитуда колебаний обычно не превышает трех микрометров, на частоте 40 кГц - полтора микрометров. Для эффективного предотвращения накипобразования приходится увеличивать число преобразователей на единицу обрабатываемой поверхности и сокращать время работы между продувками, что увеличивает эксплуатационные расходы. Кроме того, при невысокой амплитуде колебаний не обеспечивается полная очистка от отложений на участках теплообменных поверхностей со сложным профилем, например в местах соединений котла и труб (входных и выходных).

Задачей настоящего изобретения является снижение эксплуатационных расходов и повышение эффективности подавления процесса образования отложений в виде накипи в котлах и теплообменной аппаратуре за счет повышения амплитуды колебаний излучателя. Поставленная задача в части способа достигается тем, что дополнительно к импульсам основного магнитного поля на магнитострикционный преобразователь воздействуют импульсами квазистационарного подмагничивающего поля, причем длительность t импульсов подмагничивающего поля, а соответственно и импульсов подмагничивающего тока, выбирают равной $(10^2-10^4)\tau$, где τ - период следования основных импульсов тока, т.е. возбуждающих ультразвуковые колебания магнитострикционного преобразователя, период следования T импульсов подмагничивающего тока выбирают равным $(10-10^3)t$.

Поставленная задача в части устройства достигается тем, что на преобразователи установлены дополнительные обмотки подмагничивания, включенные попарно навстречу друг другу, а электронный блок содержит дополнительно генератор подмагничивающего тока и блок установки и управления режимом подмагничивания, причем выход генератора подмагничивающего тока соединен со входом обмоток подмагничивания, а выход блока установки и управления режимом подмагничивания - с управляющим электродом тиристора генератора подмагничивающего тока.

На фигуре представлена блок-схема устройства, реализующего заявляемое изобретение. Устройство состоит из сетевого фильтра (1), генератора импульсов тока (2), преобразователей (3) и (4), блока питания (5), блока установки режима подмагничивания и управления режимом подмагничивания (6), источника подмагничивающего тока - выпрямителя (7). Блок управления режимом подмагничивания состоит из двух генераторов импульсов, которыми включается и выключается подмагничивающий ток.

Устройство работает следующим образом. Генератор 2 вырабатывает импульсы тока, которые подаются на обмотки магнитострикционных преобразователей 3 и 4. Преобразователи под действием импульсов магнитного поля, генерируемого током, протекающим через обмотку преобразователя, вырабатывают затухающие ультразвуковые колебания, частота которых равна частоте основного резонанса преобразователя. Через волновод и концентратор колебания передаются на объект воздействия ультразвуком, например теп-

лообменник или котел. Периодически на вспомогательные обмотки преобразователей 3 и 4 с источника 7 подается подмагничивающий ток. Под действием магнитного поля, генерируемого подмагничивающим током, происходит значительное увеличение амплитуды колебаний преобразователя, чем обеспечивается соответствующее повышение эффективности воздействия ультразвука на процесс накипеобразования. Частота включения и длительность действия подмагничивающего тока задаются блоком установки режима подмагничивания и управления режимом подмагничивания.

Параметры режима подмагничивания выбираются из следующих соображений. Для обеспечения эффекта воздействия повышенной амплитуды колебаний преобразователя за счет подмагничивания на процесс накипеобразования и на уже образовавшуюся накипь длительность t подмагничивающего импульса должна быть не менее $10^2\tau$, где τ - период следования основных импульсов тока. С другой стороны, при слишком больших длительностях подмагничивающего импульса происходит разогрев преобразователя до температур, при которых начинают ухудшаться магнитострикционные свойства материала преобразователя. Поэтому сверху длительность подмагничивающего импульса ограничивается величиной $10^4\tau$. Возможный диапазон периодов T следования подмагничивающих импульсов выбирается таким образом, чтобы в промежутке времени между двумя импульсами преобразователь за счет естественной или вынужденной конвекции воздуха успевал охлаждаться и его температура не достигала бы точки Кюри магнитострикционного материала, т.е. период следования импульсов не должен быть меньше $10t$. При слишком больших периодах следования подмагничивающих импульсов ($> 10^3t$) эффект воздействия повышенной амплитуды колебаний на процесс накипеобразования нивелируется в промежутке времени между двумя последовательными импульсами ультразвука повышенной амплитуды тем, что отслоившиеся дополнительно частицы накипи успевают осесть на обрабатываемую поверхность и образовать нерастворимые структуры. Поэтому сверху период следования подмагничивающих импульсов ограничивается величиной 10^3t .

Пример реализации способа и устройства.

Для испытаний использовался антинакипный аппарат А1-АУН производства завода "Продмаш". Два преобразователя диаметром 78 мм, выполненные из магнитострикционного материала - пермендюра, были оснащены дополнительными подмагничивающими катушками, навитыми поверх основных катушек. Генератор дополнительно оснащен блоком управления режимом подмагничивания и источником постоянного подмагничивающего тока. Блок управления режимом подмагничивания состоит из двух генераторов импульсов, которыми включается и выключается подмагничивающий ток.

Частота следования основных импульсов, вызывающих колебания преобразователя, составляла 50 Гц при длительности импульса порядка 100 мкс. Длительность подмагничивающих импульсов варьировалась в диапазоне от 1 до 100 с. Амплитуда колебаний рабочей части преобразователя измерялась вибротроном УВМ-3М. Установлено, что при работе в штатном режиме максимальная амплитуда колебаний преобразователя составляет 1,8 мкм. При подаче подмагничивающих импульсов тока на дополнительные катушки максимальная амплитуда колебаний возрастает до 3,5-10 мкм в зависимости от длительности подмагничивающего импульса. Испытания на теплообменнике показали, что при использовании заявляемого устройства скорость образования отложений на рабочей поверхности теплообменника уменьшается в 1,5-3 раза, что существенно снижает эксплуатационные расходы.