



(19) KG (11) 131 (13) C1

(51)<sup>6</sup> F28G 7/00;  
B08B 3/10, 7/00

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
ПРИ ПРАВИТЕЛЬСТВЕ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ (КЫРГЫЗПАТЕНТ)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

к предварительному патенту Кыргызской Республики

---

---

(21) 950258.1  
(22) 14.07.1995  
(31) 94027331/12  
(32) 19.07.1994  
(33) RU  
(46) 01.10.1996, Бюл. №2, 1997

(71) (73) Товарищество с ограниченной ответственностью "БИС" (RU)  
(72) Балтаханов А.М. (RU)

(56) 1. А.с. СССР №1315037, кл. B08B 9/00, F28G 7/00; 2. Международная заявка № WO 91/01183, кл. B08B 9/02, 3/10, 1991

### (54) Способ очистки внутренней поверхности труб

(57) Изобретение относится к технике очистки поверхностей изделий от загрязнений с помощью электрогидравлического удара и может быть использовано для очистки теплообменных аппаратов или трубопроводов в энергетике, химической и металлургической промышленностях. Способ очистки внутренней поверхности труб заключается в том, что через очищаемую трубу прокачивают рабочую жидкость, на внутреннюю поверхность трубы воздействуют электрогидравлическим ударом с помощью электрогидравлического излучателя, который перемещают внутри по мере очищения трубы. Определено напряжение для обеспечения электрогидравлического удара, при котором исключаются повреждения и разрушения поверхности трубы. 1 ил.

Изобретение относится к технике очистки поверхностей изделий от загрязнений с помощью электрогидравлического удара и может быть использовано для очистки теплообменных аппаратов или трубопроводов в энергетике, химической и металлургической промышленностях.

В процессе эксплуатации внутренние поверхности труб загрязняются различными отложениями, которые ухудшают эксплуатационные характеристики аппаратов, в которых они применяются. Для удаления отложений применяются различные способы и устройства.

Известен способ очистки поверхностей труб (1), заключающийся в том, что полость трубы заполняется рабочей жидкостью и одновременно с противоположных сторон создают ударные волны с помощью электрогидравлических излучателей.

Устройство, реализующее способ, содержит два электрогидравлических излучателя, включающих в себя по два электрода, частично покрытых изоляцией, а также датчики давления, связанные с блоком регистрирующей аппаратуры. Недостатком этого способа является низкое качество очистки протяженных труб из-за ограниченного радиуса действия излучателей, а также низкая производительность и не технологичность очистки, так как требуется демонтаж загрязненных труб и погружение их в специальную ванну.

Известен также способ очистки внутренней поверхности труб (2), заключающийся в том, что на внутреннюю поверхность трубы, заполненной рабочей жидкостью, воздействуют электрогидравлическим ударом и одновременно перемещают электрогидравлический излучатель внутри трубы по мере очищения труб (2).

Недостатком этого способа является то, что не определено оптимальное напряжение для создания электрогидравлического удара, которое зависит от многих факторов, в том числе от материала и размеров очищаемой трубы. Если выбрать амплитуду импульса напряжения меньше оптимальной, то для очистки трубы необходимо будет произвести несколько импульсов. Если же амплитуда импульса будет больше оптимальной, то может разрушиться не только накипь и отложения, но и стенка трубы.

Задача изобретения - создание способа для очистки внутренней поверхности труб с исключением разрушения и повреждения стенок трубы в процессе очистки.

Поставленная задача решается тем, что в способе очистки внутренней поверхности труб, заключающемся в том, что через трубу прокачивают рабочую жидкость, на внутреннюю поверхность воздействуют электрогидравлическим ударом и одновременно перемещают внутри трубы электрогидравлический излучатель, напряжение для обеспечения электрогидравлического удара определяют как

$$U_0 < \sqrt[4/5]{Kg \cdot \sigma_T \cdot \frac{\delta_T}{r^{1/2}} \cdot L^{3/8} \cdot l_{p.n.}^{5/8} \cdot \frac{1}{C^{1/4}} \cdot \frac{1}{\rho^{3/8}}}$$

где  $Kg$  - динамический коэффициент прочности материала трубы;

$\sigma_T$  - статический предел текучести материала трубы;

$\delta_T$  - толщина трубы;

$r$  - радиус трубы;

$L$  - индуктивность разрядной цепи батареи конденсаторов;

$l_{p.n.}$  - длина разрядного промежутка;

$C$  - емкость батареи конденсаторов;

$\rho$  - плотность среды, в которой происходит разряд.

В предлагаемом способе очистки внутренней поверхности труб необходимо выбрать такую амплитуду ударной волны, возникающей при электрическом разряде в жидкости, которая разрушила бы накипь и другие отложения и не повредила бы саму трубу, т.е. амплитуда импульсного давления в трубе должна быть не выше, чем динамический предел текучести стенок трубы. Предложенная формула (1), исходя из геометрии трубы ( $r$ ,  $\delta_T$ ), предела текучести материала трубы ( $Kg$ ,  $\sigma_T$ ) и параметров разрядного контура ( $L$ ,  $C$ ,  $l_{p.n.}$ ) определяет максимально допустимое напряжение конденсаторной батареи, при котором труба не повреждается (нет остаточных деформаций).

На фиг. 1 схематично изображено устройство, реализующее способ для очистки внутренней поверхности труб.

Устройство содержит источник 1 импульсного питания, включающий в себя повышающий трансформатор 2, выпрямитель 3, конденсаторную батарею 4, разрядник 5. Положительный полюс источника 1 питания подсоединен к изолированной жиле 6 кабеля 7. Отрицательный полюс источника 1 питания подсоединен к другой жиле 8 кабеля 7. Кабель 7 размещен в полости очищаемой трубы 9, внутренняя поверхность которой покрыта накипью и различными отложениями 10.

Способ осуществляется следующим образом. Через трубу 9, в которую помещают кабель 7, прокачивают рабочую жидкость (техническую воду). Между жилами 6 и 8

кабеля 7 создают электрической разряд, при этом в жидкости образуются ударные волны, которые разрушают и измельчают накипь и другие отложения 10. Поток воды, подведенный к трубе, вымывает измельченную накипь из нее, а кабель 7 по мере разрушения накипи перемещают внутри трубы.

Пример 1. Определим параметры разрядного контура для очистки от накипи латунной трубы внешним диаметром 16 мм и толщиной стенки 1 мм. Емкое IV батареи конденсаторов  $C=20 \text{ мкФ}$ ,  $L = 3000 \text{ нГ}$ ,  $r = 7 \text{ мм}$ ,  $l_{\text{р.н.}} = 2 \text{ мм}$ ,  $\sigma_t = 0.35 \cdot 10^9 \text{ Па}$ ,  $Kg = 30.67$ ,  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Тогда по формуле (1) получим максимально допустимое напряжение, при котором следует производить очистку  $V_o = 3.05 \text{ кВ}$  Экспериментальные исследования по очистке таких труб показали, что при напряжении  $U=3.0 \text{ кВ}$  происходит очистка труб от накипи без остаточных деформаций. При толщине накипи 1-1.5 мм скорость очистки составляет 2-3 м/мин.

Пример 2. Определим параметры разрядного контура для очистки от накипи трубы из нержавеющей стали с внешним диаметром 38 мм, толщиной стенки  $\sigma_t = 1.5 \text{ мм}$ ,  $C = 10 \text{ мкФ}$ ,  $L = 3000 \text{ нГ}$ ,  $l_{\text{р.н.}} = 6 \text{ мм}$ ,  $\sigma_t = 0.4 \cdot 10^9 \text{ Па}$ ,  $Kg=30.67$ ,  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Максимально допустимое напряжение, определяемое по формуле (1), равно 7.12 кВ. Эксперименты показали, что чистка вышеуказанных труб при  $V = 7 \text{ кВ}$  происходит без остаточных деформаций.

Предложенный способ для очистки внутренней поверхности труб позволяет предотвратить разрушения и повреждения поверхности стенок трубы в процессе очистки.

### Формула изобретения

Способ очистки внутренней поверхности труб, заключающийся в том, что через трубу прокачивают рабочую жидкость, на внутреннюю поверхность воздействуют электрогидравлическим ударом с помощью электрогидравлического излучателя, который перемещают внутри по мере очищения трубы, отличающийся тем, что рабочее напряжение для обеспечения электрогидравлического удара определяют как

$$U_0 < \sqrt[4/5]{Kg \cdot \sigma_t \cdot \frac{\delta_t}{r^{1/2}} \cdot L^{3/8} \cdot l_{\text{р.н.}}^{5/8} \cdot \frac{1}{C^{1/4}} \cdot \frac{1}{\rho^{3/8}}}$$

где  $\sigma_t$  - статический предел текучести материала трубы;

$\delta_t$  - толщина трубы;

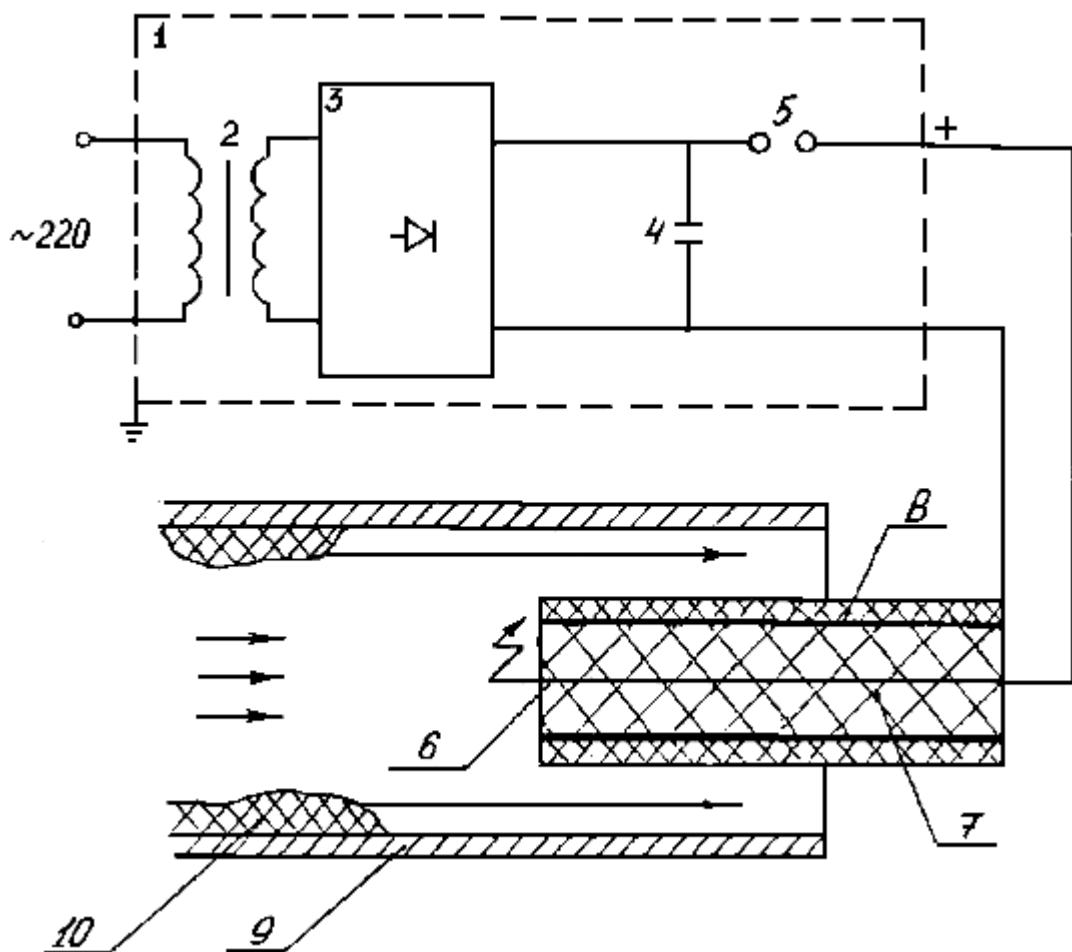
$r$  - радиус трубы;

$L$  - индуктивность разрядной цепи батареи конденсаторов;

$l_{\text{р.н.}}$  - длина разрядного промежутка;

$C$  - емкость батареи конденсаторов;

$\rho$  - плотность среды, в которой происходит разряд.



Фиг. 1

Составитель описания  
Ответственный за выпуск

Кожомкулова Г.А.  
Ногай С.А.

Кыргызпатент, 720021, г. Бишкек, ул. Московская, 62, тел.: (312) 68 08 19, 68 16 41; факс: (312) 68 17 03