

УДК 622.276

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОЧИСТКИ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ ОТ АСФАЛЬТО-СМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ (АСПО)

**FOLLOW ON OF CLEANING TUBING PIPES
FROM ASPHALTENE-RESIN-PARAFFIN DEPOSITS (ARPD)**

Миннивалеев А.Н., Зарипова Л.М., Габдрахимов М.С.
ФГБОУ ВПО «Уфимский государственный нефтяной технический университет»,
филиал г. Октябрьский, Россия

A.N. Minnivaliev, L.M. Zaripova, M.S. Gabdrakhimov
FSBEI NPE «Ufa state petroleum technological university», branch Oktyabrsky, Russia

e-mail: artmnvl@yandex.ru

Аннотация. В нефтяной промышленности используется большое количество насосно-компрессорных труб (НКТ). Перед проведением всего комплекса ремонтных работ, требуется очистка внутренней поверхности НКТ от образовавшихся на ней, в процессе эксплуатации, отложений. Задача борьбы с асфальтосмоло-парафиновыми отложениями (АСПО) насосно-компрессорных труб (НКТ) остается одной из самых актуальных для отрасли.

В статье рассматриваются механические, тепловые, химические, комбинированные и нетрадиционные способы и устройства для удаления асфальто-смолопарафиновых отложений (АСПО) с внутренней поверхности насосно-компрессорных труб, описывается недостаток теплового метода очистки внутренней поверхности насосно-компрессорных труб, предлагается устранение данного недостатка применением гидромеханического устройства, которое снабжено роторным механизмом, имеющим режущие и калибрующие резцы, приводится описание и принцип действия разработанного устройства для очистки трубопроводов, описывается толкатель, которым дополнительно оснащается устройство, приводится описание его работы, представлены формулы расхода жидкости через центральное отверстие и каналы толкателя, пульсации жидкости создаваемые толкателем, а также приводится описание и работа стенда исследования работы толкателя, показаны графики спектра вибраций устройства при различных значениях расхода жидкости, построены графики амплитуды и диапазона при различных значениях расхода жидкости, предлагается область применения устройства для очистки внутренней поверхности насосно-компрессорных труб.

Abstract. A generous amount of tubing pipes is used in oil industry.

Before conducting of all of complex of repair works, cleaning of internal surface of tubing pipes is required from appearing on it in the process of exploitation of deposits Task of fight with asphaltene-resin-paraffin deposits (ARPD) of tubing pipes remains one of most actual for industry.

This article considers mechanical, thermal, chemical, combined methods and devices for moving of asphaltene-resin-paraffin deposits (ARPD) from the domestic surface of tubing pipe, the lack of thermal method of cleaning of internal surface of tubing pipe is described, the removal of this failing is offered application of hydromechanical device, which is supplied a rotor mechanism, having cuttings and calibrating chisels description over and principle of action and work of the developed device of cleaning pipes is brought, pusher of device is described, pusher of device which is equip a device additionally, description over of his work is brought, the formulas of expense of liquid are presented through the central opening and channels of pusher and pulsations of liquid created a pusher, and also description over and work is brought stand research of work of pusher of device, the graphs of spectrum of vibrations of device are shown at different of value of expense of liquid and the graphs of amplitude and range are built at different values of expense of liquid, an application of device for cleaning of internal surface of tubing pipes domain is offered.

Ключевые слова: скважина, асфальто-смолопарафиновые отложения (АСПО), насосно-компрессорные трубы, жидкость (теплоноситель), очистка внутренней поверхности насосно-компрессорной трубы, устройство.

Keyword: well, asphaltene-resin-paraffin deposits (ARPD), tubing pipes, fluid (heat-carrying agent), cleaning tubing pipes, and attachment.

Для борьбы с парафинизацией скважинного оборудования и трубных систем применяются различные методы предупреждения и удаления отложений, в том числе: механические, тепловые, химические, комбинированные и нетрадиционные методы.

Механические методы предупреждения отложений основаны на использовании труб с различными покрытиями: из стекла, эмали, стеклоэмали, бакелитно-эпоксидных смол, полимеров и стеклопластиковых труб.

Для удаления АСПО механическим методом применяют скребки, спускаемые на проволоке на всю глубину их отложения. Удаление АСПО осуществляется без остановки скважины. Применяются различные методы привода скребков в действие. Наиболее распространен ручной привод, индивидуальный электропривод и передвижная лебедка. При добыче нефти штанговой насосной установкой скребки устанавливают на штангах.

Для борьбы с АСПО выпускаются различными заводами химические реагенты на основе органических и неорганических соединений различного состава и свойств.

Тепловые методы предупреждения и очистки НКТ на устье и кустах от отложений АСПО основаны на поддержании температуры потока нефти выше температуры насыщения ее парафином. Это достигается применением греющего кабеля, спуском электронагревателя в скважину. Для ликвидации отложений в глубинном оборудовании применяются специализированные передвижные агрегаты для депарафинизации скважин горячей нефтью 1АДП-4-150 и передвижные парогенераторные установки (ППУ-3, ППУ-3М, 1И1УА-1200/100), а также метод воздействия закачкой агрегатами ЦА-320 подогретой в передвижных установках нефти. Метод применяется совместно с очистными устройствами.

В качестве очистных устройств - применяют полиуретановые поршни и шары. Недостатком данного метода является невысокая степень очистки внутренней поверхности трубопроводов, так как не удаляются более твердые отложения в связи отсутствия калибровки данных устройств и не используется динамическая энергия потока жидкости.

Для устранения данного недостатка авторами предлагается применить гидромеханическое устройство, которое снабжено роторным механизмом, имеющим режущие и калибрующие резцы [4]. Что позволит повысить эффективность очистки внутренней поверхности трубопровода от мягких и твердых отложений.

Корпус устройства является статором, имеющим осевой сквозной канал, входное отверстие которого снабжено патрубком. На статор на опорах установлен ротор, снабженный режущими и калибрующими ножами, ротор и статор также снабжены радиальными каналами, расположенными под углом, опоры ротора регулируются гайкой, герметизация зазора между статором и внутренней поверхностью трубопровода осуществляется уплотнителем, для установки которого имеется канавка.

Особенностью устройства является снабжение его статором и гидроприводным ротором, снабженным режущими и калибрующими ножами, очистка которых, как и внутренней поверхности трубы осуществляется пульсирующим потоком прокачиваемой жидкости.

На рисунке 1 изображена конструктивная схема устройства для очистки внутренней поверхности трубопровода, состоящего из статора 1, который имеет проходной канал 2; на статоре расположен ротор 3, имеющий опоры 4; ротор в свою очередь снабжен режущими 5 и калибрующими 6 ножами. Статор и ротор имеют каналами 7 и 8 направленные противоположно друг другу. Для регулировки зазоров опоры предусмотрена гайка 9. Уплотнение 10 служит для того, чтобы герметизировать зазоры между статором и трубопроводом. Для установки уплотнения предусмотрена канавка 11. Патрубок 12 служит для присоединения гибкого шланга при очистке отдельных отрезков трубопровода.

Устройство работает следующим образом. Прокачиваемая жидкость по осевому каналу 2 попадает через радиальные каналы статора 7 в каналы ротора 8.

Так как каналы расположены под углом, ротор начинает вращаться под действием струи. Вращаясь, ротор периодически перекрывает отверстия в статоре, в результате чего происходит гидравлический удар. Частота гидравлических ударов зависит от числа каналов и оборотов ротора. Гидравлические удары создают пульсированный поток жидкости. Что, в свою очередь, осуществляет пульсированную промывку и разрушение зоны резания твердых отложений во внутренней поверхности трубопровода. Также пульсация жидкости способствует осевой подаче (движению) устройства. На данное устройство получен патент на полезную модель №113181.

Эффективность очистки трубопровода достигается за счет механического резания внутритрубных отложений калибрующими и режущими ножами, пульсирующей размывке отложений потоками промывочной жидкости.

Для усиления осевой подачи устройства применяется (дополнительно) толкатель.

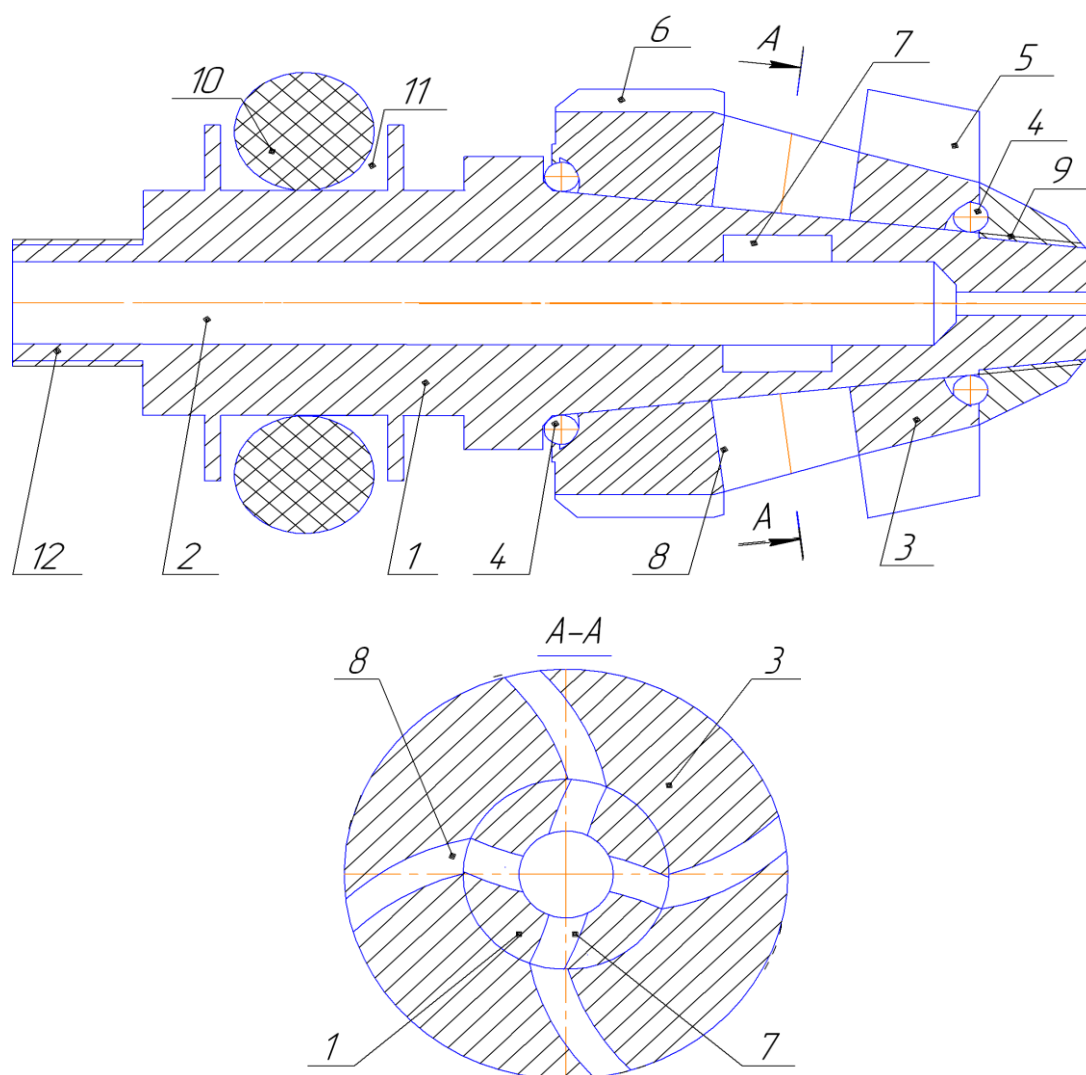


Рисунок 1. Устройство для очистки внутренней поверхности труб

Толкатель содержит полый корпус, внутри которого установлен подпружиненный шар. Корпус снабжен входным и выходными отверстиями. На передней части корпуса установлен калибрующий элемент. При прокачивании жидкости через полый корпус шар совершает продольные колебания, при этом за счет периодического перекрывания шаром входного и выходного каналов создаются гидроудары, за счет этого осуществляется поступательное движение толкателя.

Расход жидкости через центральное отверстие и каналы толкателя составляет:

$$S_1 V_1 + S_2 V_2 + S_3 V_3 + S_4 V_4 \epsilon_4 = Q, \quad (1)$$

где S_1, S_2, S_3 – площади выходных сечений;
 S_4 – площадь центрального отверстия;
 ϵ_4 – коэффициент сжатия струи при протекании через отверстия;
 V_1, V_2, V_3, V_4 – скорости истечений струи.

Рассматривая каналы одинаковыми, приходим к следующей системе уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{V^2}{2g} &= \frac{V_1^2}{2g} (1 - \epsilon) + \frac{p - p_0}{\rho g}, \\ \frac{V^2}{2g} &= \frac{V_4^2}{2g} (1 - \epsilon) + \frac{p - p_0}{\rho g}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} 3S_1 V_1 + S_4 V_4 \epsilon_4 &= Q, \\ V &= 4Q / \pi d^2. \end{aligned}$$

где g – ускорение свободного падения;
 p_0 – давление жидкости внутри толкателя;
 p – давление жидкости создаваемое подпружиненным шаром;
 ρ – плотность промывочной жидкости.

Из формул (1) и (2) определяется пульсации давления, создаваемые толкателем:

$$\Delta p = \rho Q^2 \left(\left(\frac{1}{3S_1} \right)^2 - \left(\frac{1}{3S_1 + \epsilon_4 S_4} \right)^2 \right) / 2. \quad (3)$$

Для исследования работы толкателя создан стенд (рисунок 2).

Стенд для исследования работы толкателя включает в себя: рабочий бак 1; вентили 2, 7; трубопровод 3; насос 4, приводимый в действие электродвигателем 5; для подвода воды в трубу с испытуемым устройством имеется патрубок 6; толкатель устройства для очистки внутренней поверхности насосно-

компрессорной трубы 8; датчики 9,10 прибора Диана - 2М; прибор 11, предназначенный для замера вибраций; мерный бак 12.

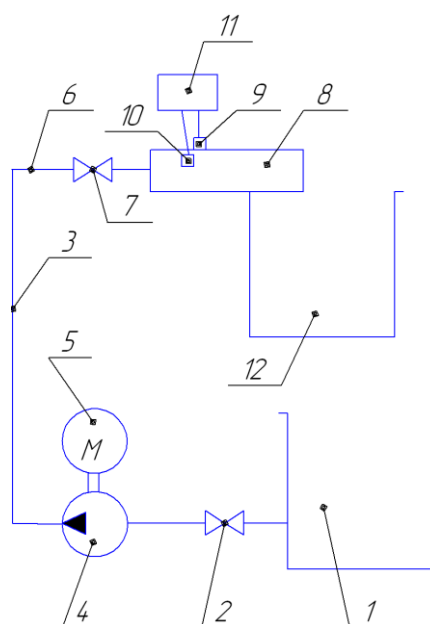


Рисунок 2. Стенд для исследования работы толкателя

1-рабочий бак; 2,7-вентили; 3-трубопровод; 4-насос; 5-двигатель; 6-патрубок; 8-толкатель устройства для очистки внутренней поверхности трубопроводов; 9,10 - датчики прибора Диана- 2М; 11- прибор для замера вибраций; 12- мерный бак.

Испытания проходили следующим образом: жидкость из рабочего бака с помощью насоса через патрубок подавалась в толкатель, возбуждая в нем колебания. Далее эти колебания регистрировались с помощью прибора Диана-2М и обрабатывались на ЭВМ.

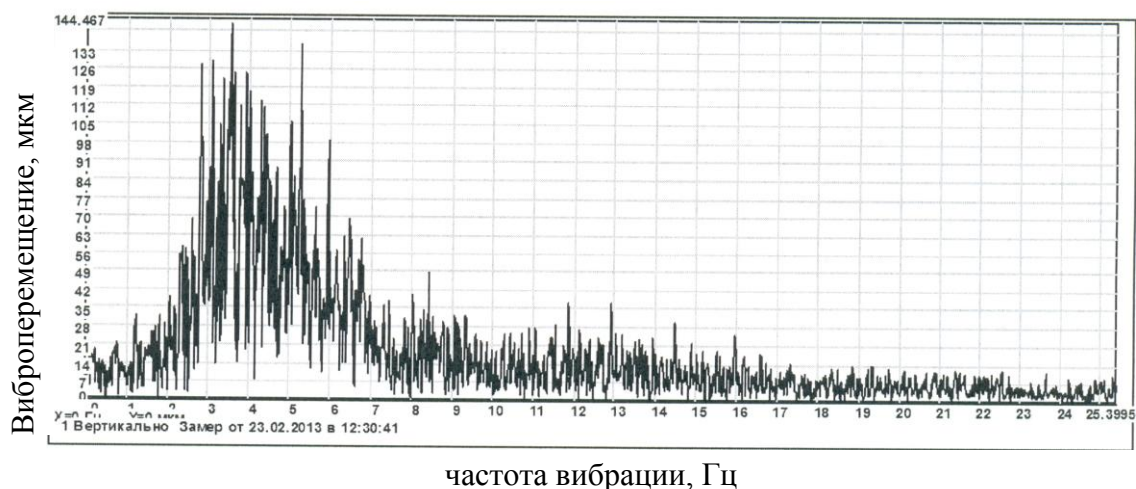


Рисунок 3. Спектральная характеристика вибрации толкателя
(расход воды 0,63 л/с)

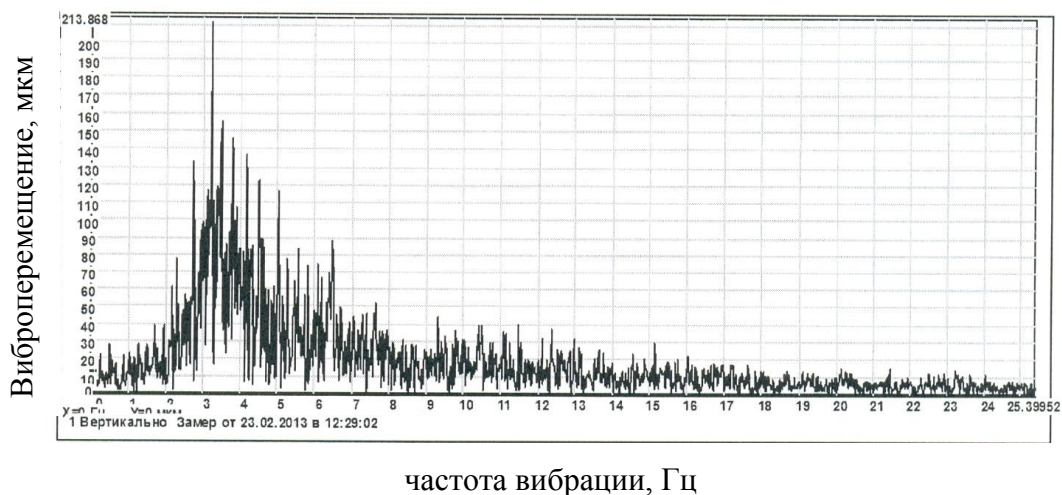


Рисунок 4. Спектральная характеристика вибрации толкателя
(расход воды 0,375 л/с)

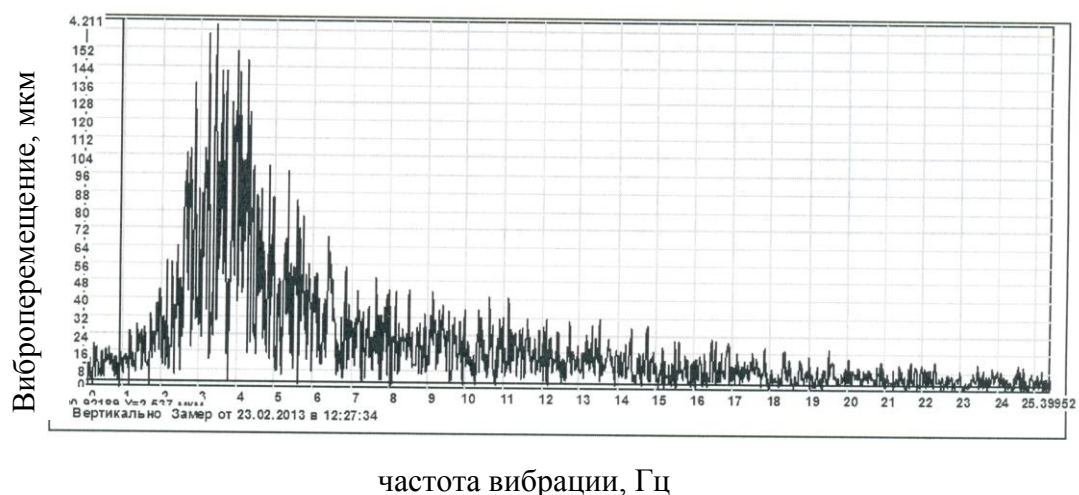


Рисунок 5. Спектральная характеристика вибрации толкателя
(расход воды 0,2 л/с)

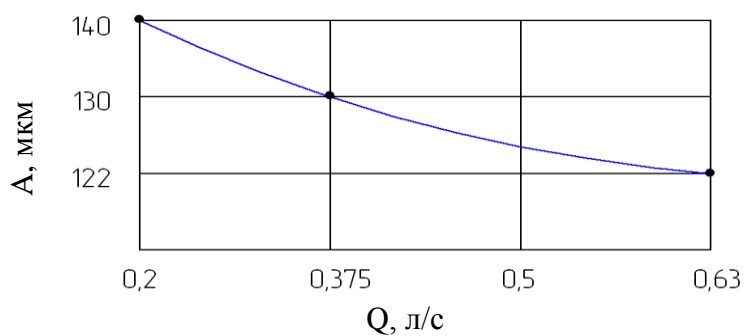


Рисунок 6. График амплитудной характеристики зависимости вибрации толкателя от расхода жидкости

По полученным данным построили график амплитуды диапазона низкочастотных колебаний при разных расходах жидкости.

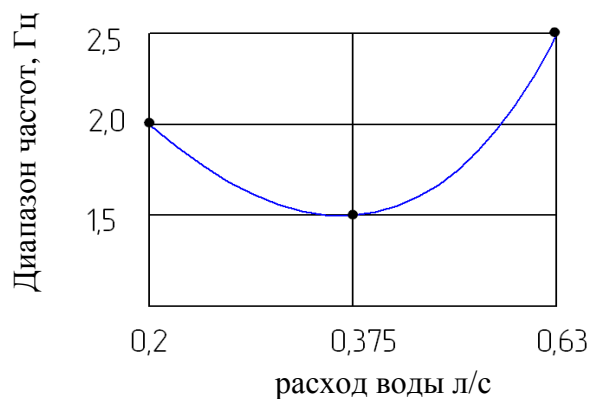


Рисунок 6. График диапазона низкочастотных колебаний толкателя при разных расходах жидкости

В ходе лабораторных испытаний выяснили, что вибрации толкателя с увеличением расхода жидкости уменьшаются. Также определили, достаточный расход, равный 0,2 л/с, при котором возникают достаточные вибрации для эффективной работы толкателя устройства очистки внутренней поверхности насосно-компрессорной трубы.

Выводы

Устройство для очистки внутренней поверхности труб разработано для удаления твердых отложений с внутренней поверхности промысловых нефтесборных трубопроводов, насосно-компрессорных труб. Устройство снабжено роторным механизмом, имеет режущие и калибрующие резцы. Для усиления осевой подачи гидромеханического калибрующего устройства разработан толкатель. Эффективность очистки внутренней поверхности труб достигается за счет совместной работы гидромеханического устройства и толкателя.

Литература

1. Ибрагимов Н.Г. Повышение эффективности добычи нефти на месторождениях Татарстана. М.: Недра, 2005. 316 с.
2. Полиуретановые шары для очистки трубопроводов. Востокнефтегаз.- <http://www.vostokoil.ru>
3. Коваль П.В. Гидравлика и гидропривод горных машин. М.: Машиностроение, 1979. 320 с.

4. Устройство для очистки внутренней поверхности трубопроводов / Габдрахимов М.С, Зарипова Л. М, Давыдов А.Ю., Миннивалеев А.Н. Пат. на полезную модель №113181 РФ, МПК В08В 9/055; заявл.22.12.2010.; опубл.10.02.2012. Бюл. №4. С. 1-2.

References

1. Ibragimov N.G. Buildup of efficiency of extraction of oil on the deposits of Tatarstan. M.: Nedra, 2005. 316 p. [in Russian]
2. Balls of polyurethane for cleaning of pipelines. Vostokoilgas.- <http://www.vostokoil.ru>
3. Koval P.V. Hydraulics and gidroprivod of mountain machines. M.: Engineer, 1979. 320 p. [in Russian]
4. Patent on the useful model № 113181 RU, MPK V08V 9/055. Attachment for cleaning of domestic surface of pipes / Gabdrakhimov M.S., Zaripova L. M., Davydov A. Y., Minnivaleev A.N. Appl.: 22.12.2010.; Date of publication: 10.02.2012. [in Russian]

Сведения об авторах

Миннивалеев А. Н., аспирант кафедры НПМО, филиал ФГБОУ ВПО УГНТУ, г. Октябрьский.

A.N. Minnivaleev, post-graduate student, of department NPMO FSBEI HPE USPTU branch Oktyabrsky, Russia.

Зарипова Л. М., канд. тех. наук, доцент кафедры НПМО, филиал ФГБОУ ВПО УГНТУ г. Октябрьский.

L.M. Zaripova, cand. tech. sci., the assistant professor of department NPMO FSBEI HPE USPTU, branch Oktyabrsky, Russia.

lilyabert31@mail.ru

Габдрахимов М. С., д-р. тех. наук, проф., зав. кафедры НПМО, филиал ФГБОУ ВПО УГНТУ г. Октябрьский.

M.S. Gabdrakhimov, dr. tech. sci., prof. of department NPMO FSBEI HPE USPTU, branch Oktyabrsky, Russia.

artmnlv@yandex.ru