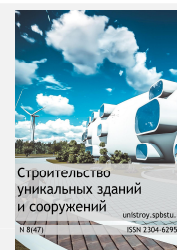


Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Дисперсный метод промывки системы отопления

Д.Р. Мифтахова¹

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 195251, Россия, г. Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

Информация о статье

УДК 621.643.8; 620.197.2

История

Подана в редакцию 29.04.2016

Ключевые слова

система отопления;
внутренняя коррозия;
промывка трубопровода;
дисперсная промывка;
химическая промывка;

АННОТАЦИЯ

Традиционные способы очистки систем теплоснабжения обладают рядом недостатков, в связи с этим возникает необходимость разработки и внедрения новых способов очистки. В статье рассматривается инновационный способ промывки систем отопления, разработанный компанией «Савант Рисерч энд Девелопмент». Основа технологии – механохимическое разрушение отложений, эффект Ребиндера. Суть метода заключается в том, что реагент «Савант Хитамид» не вступает в химическую реакцию с отложениями, а проникает в их структуру, ослабляет механические связи между молекулами и разрушает их. Основу реагента составляют две кислоты – соляная и лимонная. Уникальный реагент и технология запатентованы компанией «Савант Рисерч энд Девелопмент». Инновационный метод снижает время проведения работ, увеличивает эффективность промывки, дезинфицирует систему, создает защитную гидрофобную пленку, не разрушает систему и экологически безопасен.

Содержание

1.	Введение	8
2.	Обзор литературы	8
3.	Дисперсный метод промывки трубопроводов систем отопления	9
4.	Заключение	11

Контактный автор:

1. +7(981)8883718, dinara.miftakhova@gmail.com (Мифтахова Динара Робертовна, студент)

1. Введение

Эффективность функционирования отопительной системы зависит от нескольких основных показателей: качества теплоносителя, величины рабочего давления, а также от своевременного проведения технического обслуживания.

Профилактические работы являются обязательным условием надежной эксплуатации систем отопления. В случае некачественной водоподготовки появляются отложения солей и окислов металлов, которые снижают теплоотдачу, увеличивают гидравлическое сопротивление системы и способствуют коррозии металла, что сказывается на сроке эксплуатации всей системы отопления.

На сегодняшний день на практике применяют различные методы устранения накипеобразования:

1. *Химическая очистка* (промывка) основана на применении растворов сильных кислот (кислотный реагент ВП-1с с ингибитором коррозии нержавеющей стали И-55, трилон Б), способных достаточно быстро и эффективно растворять соли магния и кальция [1,2]. Однако этот метод обладает определенными недостатками: невозможность химической промывки алюминиевых труб; токсичность промывочных растворов; сложность утилизации большого количества кислотного или щелочного промывочного раствора [3].

2. *Механическая очистка* предусматривает обязательную разборку оборудования для прямого доступа к элементам, на которых накопился слой накипи [1]. Удаление при этом происходит ручным или механическим инструментом [1,2,4].

3. *Пневмогидроимпульсная промывка* труб позволяет проводить промывку труб путем многократных импульсов, выполняемых при помощи импульсного аппарата. Кинетическая импульсная волна создает в воде, заполняющей систему отопления, кавитационные пузырьки из газопаровой смеси, которые образуются вследствие прохождения через жидкость акустической волны высокой интенсивности. При движении с током воды в область с повышенным давлением кавитационный пузырек «захлопывается», излучая при этом ударную волну. Завихрения воды с воздухом отрывают отложения от стенок труб, а последующая волна воздушно-водяной смеси уносит накипь, которая поднялась со дна [3].

4. *Гидродинамическая промывка* представляет собой разрушение и удаление отложений из отопительной системы струей воды, которая подается под давлением до 200 атмосфер [1]. Таким способом в трубах можно счищать лишь водорастворимые наслоения.

По результатам применения данных методов на практике наиболее технически эффективными методами очистки считаются химическая промывка и гидродинамическая промывка [1]. Как видно, каждый из традиционных способов очистки отопительных систем обладает рядом недостатков, которые ограничивают их область применения.

2. Обзор литературы

Снижение потерь в системах теплоснабжения позволяет существенно повысить энергоэффективность зданий [5-7]. В связи с этим защите трубопроводов теплосети посвящены многие труды российских и зарубежных исследователей [8-16]. Значительный вклад в развитие мероприятий по защите трубопроводов внесли Ю.В. Балабан-Ирменин, А.П. Андрианов, В.А. Орлов и др. [8-11]. Например, в работе [8] приведены результаты исследовательских и практических работ по защите трубопроводов водяных тепловых сетей от внутренней коррозии. Для снижения интенсивности коррозии авторами рекомендуются: повышение величины pH до 9-9,5; уменьшение содержания кислорода в воде; установка индикаторов коррозии; применение реагента ОЭДФ-Zn. Влияние ингибиторов коррозии на скорость ее протекания были изучены как российскими, так и зарубежными исследователями [17-21].

Современное состояние отопительных систем и недостатки существующих методов очистки трубопроводов требуют от ученых внедрения новых способов очистки от образовавшихся накипно-коррозионных отложений.

Существует множество разработанных способов, основанных на химическом методе [3, 22-25]. Например, изобретение [22] включает неоднократную циркуляцию химического раствора, нагретого до 80°C, в системе отопления и контроль качества промывки. При этом в процессе циркуляции раствора перед подачей раствора в систему и после ее прохождения производят замер температуры раствора и его расход.

В работе [24] рассмотрены проблемы эксплуатации открытых и закрытых систем централизованного теплоснабжения, связанные с бактериологическим загрязнением сетевой воды. В статье показано, что основными причинами развития в тепловых сетях сульфатредуцирующих и железобактерий являются значительное биологическое загрязнение исходной воды. В результате предложены мероприятия по очистке трубопроводов и оборудования системы теплоснабжения от продуктов жизнедеятельности сульфатредуцирующих и железобактерий, а также по улучшению качества сетевой воды путем организации

гидравлического и водно-химического режима, исключающего бактериологическое загрязнение тепловых сетей. Также доказано положительное действие силиката натрия по предупреждению сульфидного загрязнения тепловых сетей.

В работе [25] были предложены мероприятия по повышению эффективности однонаправленной промывки чугунных трубопроводов для использования данного метода в полевых условиях.

Для борьбы с внутренними отложениями учеными СибГИУ была предложена установка, разработанная для очистки стояков системы отопления путем подачи воздушно-кислотной среды под давлением 0,6 МПа. Эта установка комбинирует пневмогидроимпульсный и химический способы промывки [3].

Также существуют методы, основанные на других традиционных способах очистки. Например, в работах Г.Я. Ахмедова рассмотрен вопрос очистки геотермальных систем отопления и горячего водоснабжения от отложений карбоната кальция. Представлены результаты экспериментальных исследований по растворению в геотермальной воде отложений карбоната кальция на теплообменном оборудовании путем повышения парциального давления углекислого газа [26-27].

Изобретение [28] представляет собой один из видов механической промывки. Устройство содержит соединенные между собой опорные элементы, и установленные на них очистные элементы. Очистные элементы имеют закрепленные по окружности лепестки из пружинного материала, свободные концы которых загнуты наружу. Недостатком данного устройства является ограниченная область применения, так как корпус, на котором установлен опорный элемент и струеформирующая манжета, выполнен в виде несгибающегося стержня. Данный факт не позволяет производить очистку трубопроводов с большими углами поворотов из-за того, что устройство не вписывается в радиус углов поворота. Эффективность механической промывки экспериментально доказана в статье [29].

В данной статье рассматривается инновационный метод очистки системы отопления – дисперсная промывка, разработанная ООО «Савант Рисерч энд Девелопмент».

3. Дисперсный метод промывки трубопроводов систем отопления

Новизна метода

Компания «Савант Рисерч энд Девелопмент» разработала инновационный способ промывки, условно названный дисперсным, который, как и многие другие современные методы, основан на методе химической промывки.

Задача, поставленная перед специалистами компании, заключалась в следующем: разработать технологию промывки, которая позволит проводить работы в отопительный период, а реагент сможет одинаково эффективно работать как в отопительный период, так и в летний.

Основа технологии – механохимическое разрушение отложений, эффект Ребиндера (адсорбционного понижения прочности). Суть метода заключается в том, что реагент не вступает в химическую реакцию с отложениями, а проникает в их структуру, ослабляет механические связи между молекулами и разрыхляет их. Реагент «Savant Chitamid» предназначен для дисперсной промывки внутренних поверхностей систем, выполненных из черных металлов, медных сплавов, пластиковых трубопроводов. Промывочная жидкость запатентована и имеет технические условия «Жидкость промывочная «Savant Chitamid», введенные впервые 01.09.2013 [30,31].

Под уникальные свойства реагента была разработана и запатентована технология промывки любых систем и оборудования [32].

Развитие дисперсного метода

По словам Печкина А.И., руководителя инновационного проекта «Савант Рисерч энд Девелопмент», для воплощения новейшей идеи проводилась серия опытов на лабораторной установке, имитирующей систему отопления. Менялись рецептура, температурные параметры, время воздействия и другие параметры. В дальнейшем происходило совершенствование реагента как в лабораторных исследованиях, так и в натурных испытаниях. На данный момент в результате двухлетней работы сотрудниками ООО «Савант Рисерч энд Девелопмент» получен оптимальный реагент, прошедший опытно-промышленные испытания и применяемый на любых объектах.

Порядок проведения работ

На объекте производятся подготовительные работы, подключается оборудование, система ставится на промывку. Период промывочных работ одного объекта варьируется от 1 до 5 дней в зависимости от объема системы, количества отопительных приборов и отложений. На время промывочных работ температурный режим в помещениях не нарушается, отключения водоснабжения не происходит. Далее осуществляются заключительные работы: отключение собственного оборудования, перевод системы в проектный режим, регулировка системы [33].

Промывка теплового и теплообменного оборудования производится в соответствии с регламентом обслуживания конкретного типа оборудования. В общем случае промывка системы отопления осуществляется путем введения жидкости в систему и обеспечение ее циркуляции в системе. В ходе циркуляции жидкости по замкнутому контуру теплообменной системы происходит ее очищение от накипно-коррозионных отложений. Процесс очистки и работоспособность жидкости необходимо контролировать путем измерения уровня pH, который необходимо держать в пониженном состоянии. При pH=3÷5 реакция с солями и окислами происходит медленно. Отработанную жидкость, которая достигла уровня pH=5÷7 необходимо слить с системы отопления и закачать новую. Промывку следует осуществлять до тех пор, пока жидкость не перестанет изменять показатель уровня pH [31].

Промывочная жидкость «Savant Chitamid»

Использование реагента и применение технологии позволяет проводить работы по очистке и дезинфекции трубопроводов круглогодично без отключения отопления, как на открытых, так и замкнутых системах отопления. В состав реагента входят пленкообразующие вещества и ингибитор коррозии. После удаления отложений на внутренней поверхности труб образуется мономолекулярная защитная пленка, препятствующая дальнейшей коррозии металла. Кроме этого, реагент обладает дезинфицирующими свойствами. Отработанный реагент утилизируется в канализацию без ущерба для биологических очистных сооружений. Компанией «Савант» были получены заключение и протокол лабораторных испытаний института Медицины Труда о разрешении использования данного реагента в системах отопления.

Ниже приведены основные параметры промывочной жидкости «Savant Chitamid» согласно техническим условиям [31].

1. Промывочная жидкость представляет собой концентрированную жидкую композицию на основе комплекса поверхностно-активных веществ кислотной составляющей:
 - карбоксиизопропил-метилпиразола;
 - хитозан по ТУ 2612-013-25665344-2012;
 - моногидрат лимонной кислоты (молекулярная масса 210 г/моль) по ГОСТ 908;
 - концентрированная соляная кислота по ГОСТ 3118.
2. Массовые и объемные доли компонентов жидкости из расчета на 1 л представлены в таблице 1.

Таблица 1. Массовые и объемные доли компонентов жидкости из расчета на 1 л

Наименование показателя	Норма
Карбоксиизопропил-метилпиразола, г.	0,5
Хитозан, г.	1,0
Моногидрат лимонной кислоты, г.	10,5
Концентрированная соляная кислота, мл.	0,81

3. Основные физико-химические показатели промывочной жидкости представлены в таблице 2.

Таблица 2. Основные физико-химические показатели промывочной жидкости

Наименование показателя	Норма	Метод испытания
Внешний вид и цвет	Жидкая композиция без посторонних включений. Цвет – в соответствии с образцом-эталонном	См. Технические Условия п. 5.2 [31].
Водородный показатель	2,0-2,5	ГОСТ Р 50550
Плотность при $t = 20^{\circ}\text{C}$, г/см ³	1,01-1,20	ГОСТ 18995.1
Коррозионное воздействие на сталь раствора 1:5, г/м ² ч, не более	0,25	См. Технические Условия п. 5.6 [31].

4. Продолжительность обработки поверхностей в системе отопления должна составлять не менее 30 минут.
5. Оптимальная температура жидкости при применении составляет 25С-80С.
6. Промывочная жидкость должна обладать стабильным физико-химическими свойствами и сохранять их при температуре окружающей среды от +5С до +35С.
7. Производство промывочной жидкости должно осуществляться средствами, обеспечивающими качественное проведение работ; контроль и испытания проводятся согласно технологической документации и ТУ.

Жидкость пожаро- и взрывобезопасна, не горюча согласно ГОСТ 12.1.044

4. Заключение

Своевременно проведенная промывка обеспечивает необходимую теплоотдачу и бесперебойную работу теплосети. Промывка систем отопления должна проводиться в комплексе мероприятий по повышению энергоэффективности зданий.

Каждый из существующих на сегодняшний день методов имеет ограниченную область применения. Недостатки этих методов учтены в инновационном проекте компании «Савант».

Таким образом, метод дисперсной промывки системы отопления обладает рядом преимуществ перед традиционными методами. Дисперсная промывка отличается от химической тем, что реагент не вступает в химическую реакцию с отложениями, а ослабляет механические связи между молекулами отложений и смывается потоком теплоносителя. Новый запатентованный метод позволяет снизить время проведения профилактических работ и увеличить эффективность промывки. Кроме того, инновационный реагент дезинфицирует систему, создает защитную гидрофобную пленку, не разрушает систему и экологически безопасен.

Литература

- [1]. Минко В.А., Феоктистов А.Ю., Гунько И.В., Елистратова Ю.В., Тарасенко Н.В., Ткач Л.В. Методы проведения и эффективность мероприятий по борьбе с накипеобразованием в системах теплоснабжения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2015. № 2. С. 16-19.
- [2]. Сагань И.Н., Разладн Ю.С. Борьба с накипеобразованием в теплообменниках // И. Н. Сагань. – Киев: Техника, 1986. –132 с.
- [3]. Осокин Е.В., Оленников А.А., Кирилов П.П., Николенко В.В., Гуца Е.Л. Одна из причин недогрева жилых помещений в отопительный период года // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2015. № 4 (14). С. 41-45.
- [4]. Минко В.А., Семенов А.С., Гунько И.В., Елистратова Ю.В. Влияние отложений на рабочих поверхностях системы отопления на показатели работы элементов системы // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2014. №5. С.32-35.
- [5]. Gamayunova O., Vatin N. The role of the state and citizens to improve energy efficiency. Applied Mechanics and Materials. 2015. Vols. 725-726. Pp. 1493-1498.
- [6]. Zadvinskaya T., Gorshkov A. Comprehensive method of energy efficiency of residential house // Advanced Materials Research. 2014. № 953-954. pp. 1570-1577.
- [7]. Vatin N., Gamayunova O. Energy Saving at Home. Applied Mechanics and Materials. 2014. Vols. 672-674. Pp. 550-553.
- [8]. Балабан-Ирменин Ю.В. Защита от внутренней коррозии трубопроводов водяных тепловых сетей // Энергосбережение и водоподготовка. 2009. № 6(62). С. 2-4.
- [9]. Андрианов А.П., Орлов В.А., Чухин В.А., Серова Е.М., Неверова М.А. Коррозия трубопроводов и мероприятия по ее локализации // Вестник ИРГТУ. 2014. № 8(91). С. 74-78.
- [10]. Гунько И.В., Никулин Н.Ю., Гузеев Н.В. Методы повышения надежности систем отопления // Сборник трудов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. С. 1030-1034.
- [11]. Галиев Р.Р. Инновационные технологии в системах теплоснабжения // Вестник УГАЭС. Наука, образование, экономика. Серия: Экономика. 2014. № 1 (7). С. 165-168.
- [12]. Venczel J., Wranglén G. Corrosion and corrosion product deposition in steel-copper systems with circulating hot water containing various inhibitors. Corrosion Science. 1967. Vol. 7(7). Pp. 461-468.
- [13]. Adilson C. Benjamin, José Luiz F. Freire, Ronaldo D. Vieira, Divino J.S. Cunha Interaction of corrosion defects in pipelines – Part 1: Fundamentals. International Journal of Pressure Vessels and Piping. 2016. Vol.144. Pp.56-62.
- [14]. Du G., Kong Q., Wu F., Ruan J., Song G. An experimental feasibility study of pipeline corrosion pit detection using a piezoceramic time reversal mirror. Smart Materials and Structures. 2016. Vol. 25(3). Pp. 1-5.
- [15]. Xinming Hu, Anne Neville. CO2 erosion-corrosion of pipeline steel (API X65) in oil and gas conditions – A systematic approach. Wear. Vol. 267(11). 2009. Pp. 2027-2032.
- [16]. Dong Young Lee, Woo Cheol Kim, Jung Gu Kim. Effect of nitrite concentration on the corrosion behaviour of carbon steel pipelines in synthetic tap water. Corrosion Science. 2012. Vol. 64. Pp. 105-114.
- [17]. Saviour A. Umoren, Ubong M. Eduok. Application of carbohydrate polymers as corrosion inhibitors for metal substrates in different media. Carbohydrate Polymers. 2016. Vol. 140. Pp. 314-341.
- [18]. Сизая О.И., Савченко О.Н., Королев А.А. Разработка ингибиторов на основе растительного сырья для противокоррозионной защиты системы водо- и теплоснабжения // Технические науки и технологии. 2010. № 45. С. 221-228.
- [19]. Jun Wang, Dong Wang, Deyin Hou Hydroxyl carboxylate based non-phosphorus corrosion inhibition process for reclaimed water pipeline and downstream recirculating cooling water system. Journal of Environmental Sciences. 2016. Vol. 39. Pp. 13-21.
- [20]. Xiaoli Liu, Xiaoming Si. Application of scale and corrosion inhibitors technology in the circulating water system of oil-gas processing plant. Water Resource and Environmental Protection (ISWREP). Xi'an. 2011. Pp. 1347-1350.
- [21]. Chirkunov A., Kuznetsov Y. Chapter 4 – Corrosion Inhibitors in Cooling Water Systems. Mineral Scales and Deposits. 2015. Pp. 85-105.
- [22]. Способ промывки системы отопления [Текст]: пат. 2166719 Рос. Федерация: МПК F28G9/00 Дунин Ю.Г., Игумнов Н.Л.; заявитель и патентообладатель Дунин Ю.Г., Игумнов Н.Л.; заявл. 20.05.99; опубл. 10.05.01.

- [23]. Мобильное устройство для промывки отопления и водоснабжения [Текст]: пат. 2385443 Рос. Федерация: МПК F28G 9/00 МПК C23G 3/04 Телишевский Е.П., Веретенников М.Н.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Инженерный сервис» — № 2008142912/12; заявл. 30.10.08; опубл. 27.03.10.
- [24]. Шарапов В.И., Замалеев М.М. Решение проблем бактериологического загрязнения систем теплоснабжения // Теплоэнергетика. 2015. № 9. С. 77.
- [25]. Jae Ahn, Su Lee, Kevin Choi, Ja Koo, Hyun Jang. Application of unidirectional flushing in water distribution pipes. Journal of Water Supply: Research and Technology. 2011. Vol. 60(1). Pp. 40-50.
- [26]. Ахмедов Г.Я. Очистка геотермальных систем отопления и горячего водоснабжения от карбонатных отложений // Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 1. С. 59-63.
- [27]. Ахмедов Г.Я., Магомадова Р.А. Об отложении карбоната кальция на охлаждаемой поверхности геотермального оборудования // Альтернативная энергетика и экология. 2013. № 01/2. С. 98 -102.
- [28]. Устройство для очистки внутренней поверхности трубопровода [Текст]: пат. 2076006 Рос. Федерация: МПК B08B9 Северинец Г.Г., Воскрекасено Э.А.; заявитель и патентообладатель Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет — № 2012139687; заявл. 16.11.1994; опубл. 27.03.1997.
- [29]. Zhang W., Hao P., Liu Y., Dong Z. Research on cleaning technology of steel pipe based on AFM. Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet). 2012. Pp. 3442 – 3445.
- [30]. Промывочная жидкость для борьбы с отложениями и продления срока службы трубопроводов систем отопления [Текст]: пат. 2518094 Рос. Федерация: МПК B08B 3/08/ МПК C11D 1/83 МПК F28G 9/00 Куличихин В.Ю., Проценко П.В., Скворцова З.Н., Траскин В.Ю.; заявитель и патентообладатель ООО «Савант Рисерч энд Девелопмент» — № 2012139687; заявл. 18.09.12; опубл. 10.06.14; приоритет: 18.09.12.
- [31]. Жидкость промывочная типа «Савант Хитамид». Технические условия [Текст]: ТУ 2458-001-90538335-2013; введ. 01.09.2013.
- [32]. Устройство для промывки отопления и водоснабжения [Текст]: пат. 112378 Рос. Федерация: МПК: F28G Громова М.В.; заявитель и патентообладатель ООО «Савант Рисерч энд Девелопмент» — № 2011111644; опубл. 10.01.12.
- [33]. Инновационная технология промывки систем теплоснабжения и оборудования [Электронный ресурс]. URL: <http://s-avant.ru> (дата обращения 25.03.2016).

Dispersion method of heating system flushing

D.R. Miftakhova¹

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO

scientific article

doi:

Article history

Received 29.04.2016

Keywords

buildings;
energy efficiency;
construction;
heating;
pipeline;
internal corrosion;
flushing;

ABSTRACT

Traditional methods of flushing heating systems have a number of disadvantages, so it is necessary to develop and implement new methods of treatment. The article deals with an innovative method of flushing of heating systems, developed by "Savant Research & Development". The base of technology is mechanochemical destruction of deposits, the Rehbinder effect. The method is connected with the fact that the reagent "Savant Hitamid" does not react chemically with deposits and penetrates into their structure, weakens the mechanical connection between molecules and loosens them. The base of reagent includes two acids, such as hydrochloric and citric. Unique reagent and technology are patented by the company "Savant Research & Development". The innovative method reduces the time of working process, increases the efficiency of flushing, sanitizes the system, creates the protective hydrophobic film, does not destroy the system, being ecologically safe.

Corresponding author:

1. +7(981)8883718, dinara.miftakhova@gmail.com (Dinara Robertovna Miftakhova, Student)

References

- [1]. Minko V.A., Feoktistov A.Yu., Gunko I.V., Yelistratova Yu.V., Tarasenko N.V., Tkach L.V. Metody provedeniya i effektivnost meropriyatiy po borbe s nakipeobrazovaniyem v sistemakh teplopotrebleniya [Methods and efficiency of measures of struggle against scale depositing in heating system] // Vestnik Belgorodskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta im. V.G. Shukhova. 2015. № 2. S. 16-19.
- [2]. Sagan I.N., Razladtsn Yu.S. Borba s nakipeobrazovaniyem v teploobmennikakh [Struggle against scale depositing in heat-exchange facility] // I. N. Sagan. – Kiyev: Tekhnika, 1986. –132 s.
- [3]. Osokin Ye.V., Olennikov A.A., Kirilov P.P., Nikolenko V.V., Gushcha Ye.L. Odnа iz prichin nedogreva zhilykh pomeshcheniy v otopitelnyy period goda [One of the reasons of subcooling dwellings during the heating season] // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo industrialnogo universiteta. 2015. № 4 (14). S. 41-45.
- [4]. Minko V.A., Seminenko A.S., Gunko I.V., Yelistratova Yu. V. Vliyaniye otlozheniy na rabochikh poverkhnostyakh sistemy otopleniya na pokazateli raboty elementov sistemy [Influence of deposits on the working surfaces of the heating system on the performance indicators of system components] // Vestnik BGTU im. V. G. Shukhova. 2014. №5. S. 32-35.
- [5]. Gamayunova O., Vatin N. The role of the state and citizens to improve energy efficiency. Applied Mechanics and Materials. 2015. Vols. 725-726. Pp. 1493-1498.
- [6]. Zadvinskaya T., Gorshkov A. Comprehensive method of energy efficiency of residential house // Advanced Materials Research. 2014. № 953-954. pp. 1570-1577.
- [7]. Vatin N., Gamayunova O. Energy Saving at Home. Applied Mechanics and Materials. 2014. Vols. 672-674. Pp.550-553.
- [8]. Balaban-Irmenin Yu.V. Zashchita ot vnutrenney korrozii truboprovodov vodyanykh teplovykh setey [Protection Internal corrosion protection of pipelines water heating system] // Energobezopasnost i vodopodgotovka. 2009. № 6(62). S. 2-4.
- [9]. Andrianov A.P., Orlov V.A., Chukhin V.A., Serova Ye.M., Neverova M.A. Korroziya truboprovodov i meropriyatiya po yeye lokalizatsii [Pipeline corrosion and measures for its localization] // Vestnik IrGTU. 2014. № 8(91). S. 74-78.
- [10]. Gunko I.V., Nikulin N.Yu., Guzeyev N.V. Metody povysheniya nadezhnosti sistem otopleniya [Methods of improving the reliability of heating system] // Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii molodykh uchenykh BGTU im. V.G. Shukhova. Belgorod: Izd-vo BGTU im. V.G. Shukhova. 2015. S. 1030-1034.
- [11]. Galiyev R.R. Innovatsionnyye tekhnologii v sistemakh teplosnabzheniya [Innovative technologies in heating system] // Vestnik UGAES. Nauka, obrazovaniye, ekonomika. Seriya: Ekonomika. 2014. № 1 (7). S. 165-168.
- [12]. Venczel J., Wranglén G. Corrosion and corrosion product deposition in steel-copper systems with circulating hot water containing various inhibitors. Corrosion Science. 1967. Vol. 7(7). Pp. 461-468.
- [13]. Adilson C. Benjamin, José Luiz F. Freire, Ronaldo D. Vieira, Divino J.S. Cunha Interaction of corrosion defects in pipelines – Part 1: Fundamentals. International Journal of Pressure Vessels and Piping. 2016. Vol.144. Pp.56-62.
- [14]. Du G., Kong Q., Wu F., Ruan J., Song G. An experimental feasibility study of pipeline corrosion pit detection using a piezoceramic time reversal mirror. Smart Materials and Structures. 2016. Vol. 25(3). Pp. 1-5.
- [15]. Xinming Hu, Anne Neville. CO2 erosion-corrosion of pipeline steel (API X65) in oil and gas conditions – A systematic approach. Wear. Vol. 267(11). 2009. Pp. 2027-2032.
- [16]. Dong Young Lee, Woo Cheol Kim, Jung Gu Kim. Effect of nitrite concentration on the corrosion behaviour of carbon steel pipelines in synthetic tap water. Corrosion Science. 2012. Vol. 64. Pp. 105-114.
- [17]. Saviour A. Umoren, Ubong M. Eduok. Application of carbohydrate polymers as corrosion inhibitors for metal substrates in different media. Carbohydrate Polymers. 2016. Vol. 140. Pp. 314-341.
- [18]. Sizaya O.I., Savchenko O.N., Korolev A.A. Razrabotka ingibitorov na osnove rastitelnogo syrya dlya protivokorroziionnoy zashchity sistemy vodo- i teplosnabzheniya [The development of inhibitors based on vegetable raw materials for corrosion protection of water and heat supply system] // Tekhnicheskiye nauki i tekhnologii. 2010. № 45. S. 221-228.
- [19]. Jun Wang, Dong Wang, Deyin Hou Hydroxyl carboxylate based non-phosphorus corrosion inhibition process for reclaimed water pipeline and downstream recirculating cooling water system. Journal of Environmental Sciences. 2016. Vol. 39. Pp. 13-21.
- [20]. Xiaoli Liu, Xiaoming Si. Application of scale and corrosion inhibitors technology in the circulating water system of oil-gas processing plant. Water Resource and Environmental Protection (ISWREP). Xi'an. 2011. Pp. 1347-1350.
- [21]. Chirkunov A., Kuznetsov Y. Chapter 4 – Corrosion Inhibitors in Cooling Water Systems. Mineral Scales and Deposits. 2015. Pp. 85-105.

- [22]. Sposob promyvki sistemy otopeniya: pat. 2166719 Ros. Federatsiya: MPK F28G9/00 Dunin Yu.G., Igumnov N.L.; zayavitel i patentoobladatel Dunin Yu.G., Igumnov N.L.; zayavl. 20.05.99; opubl. 10.05.01. [Method of flushing of heating system: pat. 2166719 Russian Federation: IPC F28G9/00 Dunin Yu.G., Igumnov N.L.; the applicant and the patentee Dunin Yu.G., Igumnov N.L.; appl. 20.05.99; publ. 10.05.01]
- [23]. Mobilnoye ustroystvo dlya promyvki otopeniya i vodosnabzheniya: pat. 2385443 Ros. Federatsiya: MPK F28G 9/00 MPK C23G 3/04 Telishevskiy Ye.P., Veretennikov M.N.; zayavitel i patentoobladatel Obshchestvo s ogranichennoy otvetstvennostyu "Inzhenernyy servis" — № 2008142912/12; zayavl. 30.10.08; opubl. 27.03.10. [Mobile device for flushing heating and water systems: pat. 2385443 Russian Federation: IPC F28G 9/00 IPC C23G 3/04 Telishevskiy Ye.P., Veretennikov M.N.; the applicant and the patentee OOO "Inzhenernyy servis" — № 2008142912/12; appl. 30.10.08; publ. 27.03.10]
- [24]. Sharapov V.I., Zamaleyev M.M. Resheniye problem bakteriologicheskogo zagryazneniya sistem teplosnabzheniya [Solving problems of bacteriological pollution of heating systems] // Teploenergetika. 2015. № 9. S. 77.
- [25]. Jae Ahn, Su Lee, Kevin Choi, Ja Koo, Hyun Jang. Application of unidirectional flushing in water distribution pipes. Journal of Water Supply: Research and Technology. 2011. Vol. 60(1). Pp. 40-50.
- [26]. Akhmedov G.Ya. Ochistka geotermalnykh sistem otopeniya i goryachego vodosnabzheniya ot karbonatnykh otlozheniy [Cleaning geothermal heating system and hot water system from carbonate deposits] // Vodosnabzheniye i sanitarnaya tekhnika. 2012. № 1. S. 59-63.
- [27]. Akhmedov G.Ya., Magomadova R.A. Ob otlozhenii karbonata kaltsiya na okhlazhdayemoy poverkhnosti geotermalnogo oborudovaniya [About the deposition of calcium carbonate on the surface of the cooled geothermal equipment] // Alternativnaya energetika i ekologiya. 2013. № 01/2. S. 98 -102.
- [28]. Ustroystvo dlya ochistki vnutrenney poverkhnosti truboprovoda: pat. 2076006 Ros. Federatsiya: MPK B08B9 Severinets G.G., Voskrekasenko E.A.; zayavitel i patentoobladatel Sankt-Peterburgskiy gosudarstvennyy arkhitekturno-stroitelnyy universitet — № 2012139687; zayavl. 16.11.1994; opubl. 27.03.1997. [A device for flushing the interior face of the pipeline: pat. 2076006 Russian Federation: IPC B08B9 Severinets G.G., Voskrekasenko E.A.; the applicant and the patentee Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering — № 2012139687; appl. 16.11.1994; publ. 27.03.1997]
- [29]. Zhang W., Hao P., Liu Y., Dong Z. Research on cleaning technology of steel pipe based on AFM. Consumer Electronics, Communications and Networks (CECNet). 2012. Pp. 3442 – 3445.
- [30]. Promyvochnaya zhidkost dlya borby s otlozheniyami i prodleniya sroka sluzhby truboprovodov sistem otopeniya: pat. 2518094 Ros. Federatsiya: MPK B08B 3/08/ MPK C11D 1/83 MPK F28G 9/00 Kulichikhin V.Yu., Protchenko P.V., Skvortsova Z.N., Traskin V.Yu.; zayavitel i patentoobladatel OOO "Savant Research & Development" — № 2012139687; zayavl. 18.09.12; opubl. 10.06.14; prioritet: 18.09.12. [The flush liquid to deal with deposits and extend the durability of pipeline systems of heating: pat. 2518094 Russian Federation: IPC B08B 3/08 / IPC C11D 1/83 IPC F28G 9/00 Kulichikhin V.Yu., Protchenko P.V., Skvortsova Z.N., Traskin V.Yu.; applicant and patentee "Savant Research & Development" — № 2012139687; appl. 18.09.12; publ. 10.06.14; priority: 18.09.12]
- [31]. Zhidkost promyvochnaya tipa "Savant Khitamid". Tekhnicheskiye usloviya. TU 2458-001-90538335-2013; vved. 01.09.2013. [The flush liquid "Savant Chitamid". Specifications. TU 2458-001-90538335-2013; introd. 01.09.2013]
- [32]. Ustroystvo dlya promyvki otopeniya i vodosnabzheniya: pat. 112378 Ros. Federatsiya: MPK: F28G Gromova M.V.; zayavitel i patentoobladatel OOO "Savant Research & Development" — № 2011111644; opubl. 10.01.12. [Device for flushing the heating and water systems: pat. 112378 Russian Federation: IPC: F28G Gromova M.V.; applicant and patentee "Savant Research & Development" — № 2011111644; publ. 10.01.12]
- [33]. Innovatsionnaya tekhnologiya promyvki sistem teplosnabzheniya i oborudovaniya [Elektronnyy resurs]. URL: <http://s-avant.ru> (data obrashcheniya 25.03.2016). [The innovation technology of flushing of heating systems and equipment [Electronic resource]. URL: <http://s-avant.ru> (reference date 25.03.2016)]

Мифтахова Д.Р., Дисперсный метод промывки системы отопления // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №8 (47). С. 7-16

Miftakhova D.R.. Dispersion method of heating system flushing. Construction of Unique Buildings and Structures, 2016, 8 (47), Pp. 7-16. (rus)