

УДК 66.067.3

DOI 10.18635/2071-2219-2016-1-41-45

Применение инерционно-гравитационных фильтров-грязевиков в системах тепло- и водоснабжения

С. П. Батуев,

ООО СПКФ «Валер», генеральный директор,
кандидат технических наук, Санкт-Петербург

П. А. Аносов,

ЗАО «НПО Экохим»,
технический директор направления «Экохим-наладка»,
г. Екатеринбург

Применение технологии коррекционной обработки воды систем теплоснабжения и горячего водоснабжения совместно с использованием инерционно-гравитационных грязевиков подтвердило свою эффективность. Это комплексное техническое решение для непрерывной очистки сетевой воды с минимальными эксплуатационными затратами и для поддержания оборудования и трубопроводов в исправном и чистом состоянии.

Ключевые слова: теплоснабжение, ГВС, коррозия, водоподготовка, фильтр-грязевик.

К воде, используемой в системах теплоснабжения и горячего водоснабжения, предъявляются нормативные требования по ряду показателей, таких как содержание железа и взвешенных веществ, жесткость, концентрация O_2 и CO_2 и др. В зависимости от вида и назначения системы значения показателей могут различаться, но в общем случае вода должна обладать низкой коррозионной активностью для предотвращения коррозионных процессов в трубопроводах и оборудовании систем, а также не провоцировать образование накипных, железистых и наносных отложений, вызывающих загрязнение, «зарастание» и занос оборудования и трубопроводов.

Инерционно-гравитационные фильтры-грязевики ГИГ[®], разработанные и выпускаемые ООО СПКФ «Валер», предназначены для эффективной очистки воды (сетевой, подпиточной, оборотной, сточной и др.) от механических примесей плотностью более 1000 кг/м^3 , размером от 50 мкм и выше [1]. Отличительная особенность и главное достоинство данных аппаратов – отсутствие сеток и других фильтрующих материалов при высокой производительности (типоразмерный ряд от 5 до $6000 \text{ м}^3/\text{ч}$) и минимальной потере давления (не более $0,1 \text{ кг/см}^2$), а также отсутствие необходимости в специальном обслуживании (ревизии сеток, замене фильтрующих элементов и т. п.). Слив улавливаемых загрязнений производится периодически без остановки работы фильтра-грязевика или всей системы и может быть полностью автоматизирован. Тангенциальный вход потока воды улучшает качество ее очистки, особенно в системах оборотного водоснабжения.

Стабилизационная (коррекционная) обработка воды

С начала применения обработки воды систем теплоснабжения и горячего водоснабжения фосфонатами (с 1988 года) не раз наблюдались технологические нарушения, вызванные, в том числе, заносом теплообменного оборудования отмывшимися отложениями солей жесткости и продуктами коррозии. В качестве решения этой проблемы предлагается установка фильтра-грязевика ГИГ перед теплообменным оборудованием на обратном трубопроводе системы теплоснабжения. При автономной системе горячего водоснабжения установка ГИГ целесообразна на трубопроводе подачи общего потока воды (обратной и подпиточной) на подогреватель. При хорошо работающей термической деаэрации на тепловом источнике вполне достаточно только фосфонатной обработки воды системы теплоснабжения, однако при неполном удалении углекислоты в деаэраторе – что часто встречается при эксплуатации – достичь требуемой величины рН можно только дозировкой реагентов, нейтрализующих углекислоту. Следует учитывать также, что в автономных системах горячего водоснабжения, да и на многих небольших существующих и вновь строящихся котельных, установки термической деаэрации воды вообще отсутствуют.

Коррекционная обработка воды предлагается двумя реагентами: щелочью $NaOH$ до значения $pH = 9,0-9,5$ или фосфонатом. Щелочь нейтрализует растворенную в воде углекислоту и кислотные процессы, происходящие при коррозии металла оборудования и трубопроводов. При значении $pH \approx 9,0$ скорость коррозии снижается как мини-

мум до допустимой даже без дополнительного удаления кислорода.

Основное назначение фосфоната – защита оборудования от накипеобразования. Во многих случаях применение фосфонатов заменяет традиционную водоподготовку методом умягчения. Фосфонат также защищает металл от коррозии в комплексе с щелочью и хорошо вымывает как осадочное железо, так и продукты коррозии. При дозируемых концентрациях в пределах ПДК процесс отмывки систем может продолжаться в течение одного-двух отопительных сезонов, но заметное улучшение гидравлического режима и эффективности работы теплообменного оборудования происходит за один-два месяца.

Необходимость применения фосфоната даже в умягченной воде при дозировке щелочи обусловлена защитой оборудования от возможного накипеобразования, которое может возникнуть из-за повышения общей щелочности воды. Применение реагентов «2 в 1» не всегда удобно из-за невозможности менять концентрацию одного реагента, не меняя концентрацию другого. Особенно это актуально при обработке жесткой воды без предварительного умягчения.

Примеры применения фильтров-грязевиков

1. Котельная экспериментально-производственного комбината Уральского федерального университета (г. Екатеринбург)

В 2006 г. в котельной была произведена замена кожухотрубного подогревателя исходной воды на пластинчатый теплообменник. Уже в течение первого года эксплуатации появилась проблема заноса пластинчатого теплообменника шламом, поступающим с водой из водопроводной сети. Несмотря на хорошее качество водопроводной воды г. Екатеринбурга (показатели качества исходной воды указаны в табл. 1), пластинчатый теплообменник стал регулярно забиваться шламом, главным образом, железистоокисным.

Таблица 1

Качество водопроводной воды г. Екатеринбурга

Показатель	Величина показателя
Щелочность, мг-экв/дм ³	1,45
Жесткость, °Ж	2,4
pH	7,72
Железо общее, мг/дм ³	0,25

Ранее весь шлам, проходящий через теплообменник, осаждался на поверхности деаэратора и аккумуляторных баков (рис. 1).

В сентябре 2008 г. на вводе водопроводной воды в котельную был установлен фильтр-грязевик ГИГ-225 (рис. 2). В дренажной воде, периодически сбрасываемой из накопительной камеры, можно видеть большое количество механических частиц, поступающих из водопроводной сети (рис. 3). Фильтром-грязевиком была также уловлена нерастворившаяся хлорная известь, засыпанная в сухом виде для дезинфекции на одном из участков водопровода.



Рис. 1. Железоокисные отложения с головки деаэратора



Рис. 2. Фильтр-грязевик ГИГ-225

Схема водяного тракта котельной ЭПК УрФУ выглядит так: водопроводный ввод фильтр-грязевик ГИГ-225 → пластинчатый теплообменник (нагрев воды до 30 °С) → установка пропорционального дозирования антинакипина СК-110 для предотвращения накипеобразования в водогрейных котлах → деаэрация → баки-аккумуляторы → подпитка теплосети → двухступенчатое умягчение для приготовления питательной воды паровых котлов. В сентябре 2011 г. фильтры-грязевики ГИГ-700 были установлены для очистки сетевой воды на всех трех

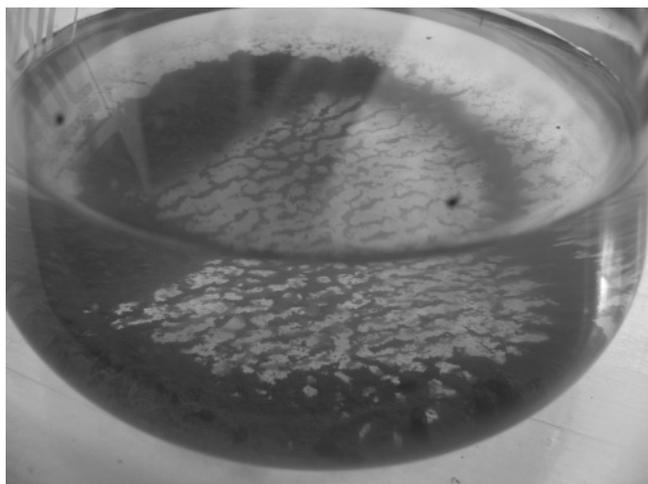


Рис. 3. Дренажная вода из фильтра-грязевика

магистралях тепловой сети от котельной. К качеству воды системы теплоснабжения с открытым водоразбором на горячее водоснабжение в зоне ведомственной ответственности ЭПК УрФУ претензий нет.

2. Котельная завода ЗАО «Ленпромдмаш» (г. Санкт-Петербург)

В 2007 г. в результате реконструкции в котельной завода паровые котлы ДКВР были переведены в водогрейный режим с заменой поверхностей нагрева, демонтированы деаэраторы и заменены трубопроводы системы теплоснабжения в цехах и в здании заводоуправления. Система теплоснабжения в данном случае закрытая.

Показатели качества исходной воды приведены в табл. 2.

Заполнение системы теплоснабжения на предприятии велось водопроводной водой без какой-либо ее обработки. Консервация системы теплоснабжения на летний период не проводилась. Из-за активных коррозионных процессов в течение трех отопительных сезонов система была практически полностью забита продуктами коррозии, в результате была нарушена нормальная циркуляция теплоносителя и система отопления не обеспечивала требуемых параметров.

Таблица 2

Качество исходной воды котельной ЗАО «Ленпромдмаш», г. Санкт-Петербург

Показатель	Величина показателя
Цветность, град.	20,6
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	4,4
рН	6,5
Щелочность, мг-экв/дм ³	0,25
Жесткость, °Ж	0,71
Кальций, мг/дм ³	10,4
Магний, мг/дм ³	2,3
Железо общее, мг/дм ³	0,6
Хлориды, мг/дм ³	11,3

Летом 2010 г. с целью подготовки к отопительному сезону 2010–2011 гг. была выполнена обработка трубопроводов и оборудования путем циркуляции по системе теплоснабжения сетевой воды с реагентом СК-110. Главной задачей на первом этапе работ было размягчение существующих железистоокисных отложений и частичная их отмывка с постоянным удалением из системы. На обратном трубопроводе системы теплоснабжения был установлен фильтр-грязевик ГИГ-90 и включена установка пропорционального дозирования реагента СК-110, составленного с учетом показателей исходной водопроводной воды, поступающей в котельную (рис. 4). Непосредственно перед отопительным сезоном была проведена гидропневматическая промывка стояков системы отопления зданий завода.

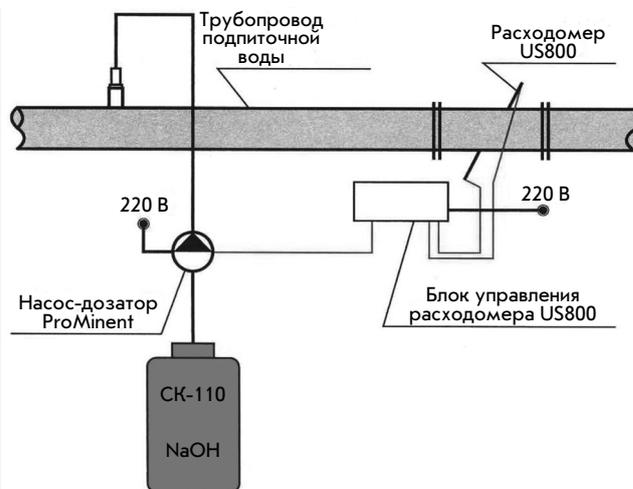


Рис. 4. Принципиальная схема установки пропорционального дозирования коррекционного состава

Улавливание отмывающихся железистоокисных отложений из системы теплоснабжения производилось фильтром-грязевиком, а их удаление велось периодической продувкой из накопительной камеры. Подпитка системы теплоснабжения производилась водопроводной водой с расчетной дозировкой реагента СК-110, обеспечиваемой установкой дозирования пропорционально расходу подпиточной воды. В результате прекратилась коррозия оборудования и трубопроводов; накопленные ранее в системе теплоснабжения продукты коррозии отмылись практически полностью и были удалены из системы; в тупиковых трубопроводах и регистрах из гладких труб осталось лишь небольшое количество осадочных продуктов коррозии, не унесенных потоком воды из-за ее низких скоростей. Значительно сократился расход подпиточной воды, повысился КПД котлов, снизился расход газа и электроэнергии.

3. Котельная пос. Лосиный (Свердловская обл.)

До сентября 2010 г. исходная вода для подпитки двухконтурной системы теплоснабжения котельной поступала непосредственно из скважины.

Концентрация железа в исходной воде составляла $5,3 \text{ мг/дм}^3$. Вся система теплоснабжения оказалась забита осадочным железом, отмечена интенсивная коррозия оборудования и трубопроводов. Расход подпиточной воды системы теплоснабжения достиг $6 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Качество исходной и сетевой воды приведено в табл. 3.

Таблица 3

Качество исходной и сетевой воды котельной пос. Лосиный

Показатель	Значение показателя в точке отбора	
	Исходная вода	Сетевая вода
Цвет	Беловато-желтый	Коричневый
Щелочность, мг-экв/дм ³	3,6	3,6
Жесткость, °Ж	4,9	2,8
Кальций, мг-экв/дм ³	3,6	2,0
Магний, мг-экв/дм ³	1,3	0,8
Силикаты, мг/дм ³	16,2	8,7
pH	6,5	7,2
Фосфаты, мг/дм ³	<0,05	<0,05
Железо общее, мг/дм ³	5,3	15,2
Солесодержание, мг/дм ³	322	281
Хлориды, мг/дм ³	26	26
Сульфаты, мг/дм ³	63	19
Свободная углекислота, мг/дм ³	27,4	–
Карбонатный индекс, (мг-экв/дм ³) ²	12,96	–

В октябре 2010 г. была смонтирована станция обезжелезивания производительностью $8 \text{ м}^3/\text{ч}$ (рис. 5, 6).

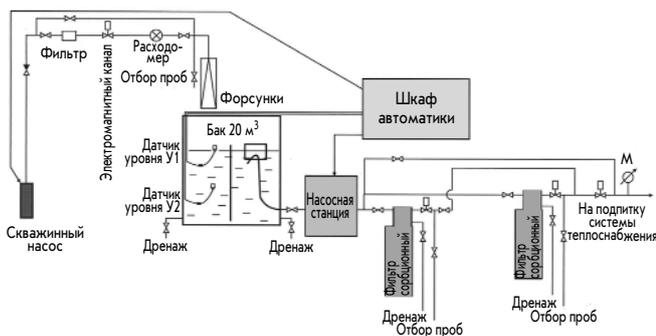


Рис. 5. Схема станции обезжелезивания производительностью $8 \text{ м}^3/\text{ч}$

Содержание железа в воде из аэрационной емкости (бак на 20 м^3), разделенной перегородкой с нижним перетоком и оборудованной плавающим водозабором, снизилось до $3,5 \text{ мг/дм}^3$. Осевшее в емкости железо периодически удаляется через дренаж. Дальнейшее удаление железа производится на сорбционных фильтрах. На обратном трубопроводе второго контура системы теплоснабжения установлен фильтр-грязевик ГИГ-350 и включена установка пропорционального дозирования реагентов СК-110 и NaOH по схеме рис. 7.



Рис. 6. Фильтр-грязевик ГИГ-350 и сорбционные фильтры станции обезжелезивания

Показатель pH сетевой воды вырос до значения 9,0. Достигнуты следующие результаты во втором контуре системы теплоснабжения:

- содержание железа после станции обезжелезивания снижено до значений менее $0,1 \text{ мг/дм}^3$;
- после включения дозирования реагентов началось отмывание осадочных железистоокисных отложений и продуктов коррозии. Из системы теплоснабжения через дренажи фильтра-грязевика ГИГ-350 удалено большое количество шлама. Продувка фильтра-грязевика в первый отопительный сезон требовалась 2 раза в смену.

Через три месяца после начала коррекционной обработки воды системы теплоснабжения расход подпиточной воды второго контура снизился до максимального значения $0,5 \text{ м}^3/\text{ч}$ и в настоящее время не превышает его.

4. Фильтровальные станции

С 2009 г. в домах с неудовлетворительным качеством поступающей воды как холодной, так и горячей, устанавливаются двухступенчатые фильтровальные станции для очистки воды от взвешенных частиц и железа [2]:

I ступень – удаление взвешенных частиц в фильтре-грязевике ГИГ фракцией до 50 мкм ;

II ступень – удаление взвешенных частиц в картриджном фильтре тонкой очистки фракцией до 5 мкм .

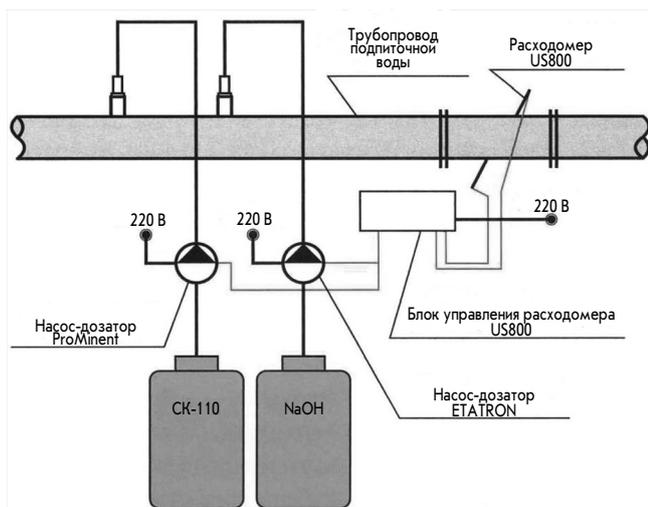


Рис. 7. Принципиальная схема установки пропорционального дозирования реагентов CK-110 и NaOH

Фильтр-грязевик принимает на себя основную часть поступающих загрязнений, что обеспечивает ресурс работы картриджного фильтра в 9–10 раз больше, чем при отсутствии грязевика.

Интересная схема реализована в одном из ЦТП Санкт-Петербурга. Нагрев воды системы горячего водоснабжения происходит в два этапа: на первом этапе – обратной водой системы теплоснабжения, на втором – прямой водой системы теплоснабжения. На обоих трубопроводах установлены фильтры-грязевики (рис. 8). На подаче горячей водоснабжения потребителю установлена двухступенчатая фильтровальная станция тонкой очистки: ГИГ-60 и пять фильтров тонкой очистки.

Примененная в данном случае схема позволяет производить замену картриджей без остановки станции и ухудшения качества воды, подаваемой потребителю. Надо отметить, что для очистки воды систем холодного и горячего водоснабжения возможна уста-



Рис. 8. ГИГ-450 на прямом и обратном трубопроводе ЦТП

новка сорбционных фильтров. Но для обеспечения той же пропускной способности далеко не всегда хватает места для их установки и достаточного напора воды, как например, в ситуации из последнего примера.

Итак, многолетний положительный опыт эксплуатации фильтров-грязевиков ГИГ на объектах теплоэнергетики позволяет рекомендовать их широкое внедрение в системе теплоснабжения в качестве устройств непрерывной и эффективной очистки сетевой воды с минимальными эксплуатационными затратами. Применение стабилизационной (коррекционной) обработки воды в системах теплоснабжения совместно с установкой фильтра-грязевика является эффективным и комплексным техническим решением, обеспечивающим поддержание оборудования и трубопроводов в чистом состоянии. В системах горячего водоснабжения многоквартирных жилых домов качественное улучшение показателей воды обеспечивается установкой двухступенчатых фильтровальных станций перед подачей горячей воды потребителям.

Литература

1. Аносов П. А., Батуев С. П. Опыт внедрения технологии коррекционной обработки воды систем теплоснабжения совместно с использованием инерционно-гравитационных грязевиков ГИГ // *Новости теплоснабжения*. – 2014. – № 3. – С. 46–52.
2. Батуев С. П., Останина Е. А., Цыганок Т. Н., Максимов С. С. Еще раз о качестве горячей воды в Санкт-Петербурге // *Новости теплоснабжения*. – 2013. – № 10. – С. 16–23.

Filter mud collectors for heat and water supply systems

S. P. Batuyev,
Valer LLC, CEO, PhD

P. A. Anosov,
Ecokhim JSC, technical director

Presenting their patented invention, filter mud collectors for heat and water supply systems, the authors tested these in many industrial and residential systems. Results indicate that filter mud collectors are effective being used either separately or in combination with correctional water treatment. The last combination proved to be an affordable way to constant and efficient water treatment and easy equipment maintenance.

Keywords: heating, hot water supply, corrosion, water treatment, filter mug collector.