

« Результаты применения второй составляющей магнитного поля (скалярное поле) в магнитных системах антинакипных устройств »

Калистратов В.А., Любецкий Л.Л., ООО ПКФ «Экси-Кей», ЗАТО Северск, Томской области.

"...именно вода, эта древнейшая из всех стихий, вечно ставила в тупик физиков". Дж. Бернал

В настоящей статье содержится информация о полученных, в различных промышленных экспериментах, результатах использования нетрадиционных магнитных систем для обработки воды систем теплоснабжения и систем горячего водоснабжения. Описываются полученные результаты, обусловленные обработкой воды **второй составляющей магнитного поля (скалярное поле)**.

Перемены, происходящие в области реформирования системы ЖКХ по всей России, диктуют новые условия, при которых, заметное развитие получают, котельные малой мощности, системы индивидуальных тепловых пунктов для приготовления горячей воды.

Прогнозируется, что если в России в обозримом будущем и возможен рост централизованного теплоснабжения, то в самых минимальных объемах. Многие «аналитики от ЖКХ» уже успели заявить, что в таком случае проблема надежности и бесперебойности функционирования систем энергоснабжения будет, носит уже, как правило, локальный (немасштабный) характер.

Необходимо отметить, что до сих пор во многих регионах страны, особенно в сельской местности, сохраняется довольно много централизованных теплосетей, связанных с одной (двумя) котельными и одним (двумя) ЦТП для приготовления воды на нужды ГВС. Большинство водогрейных котлов, водоподогревателей и других теплообменных устройств малой и средней мощности в основном работают на неподготовленной сетевой воде.

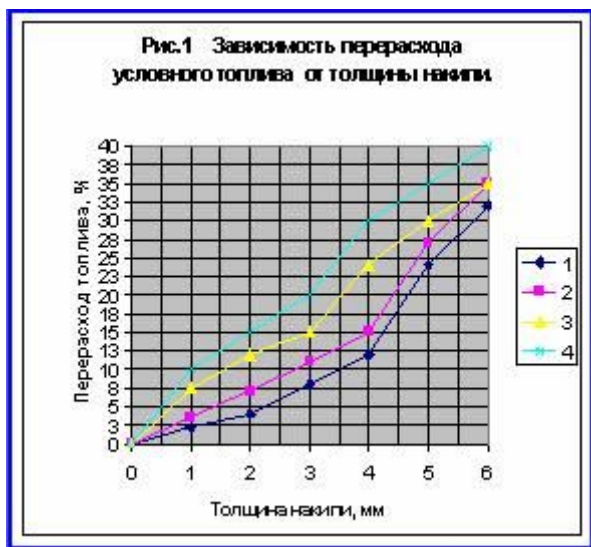


рисунок 1

Поэтому проблема надежности функционирования, систем теплоснабжения сел и поселков городского типа, до сих пор стоит очень остро. В энергосистемах малой и средней мощности химические методы обработки воды нецелесообразны, как по экономическим соображениям, так и по причине нехватки, или отсутствия квалифицированных кадров, по системам химической водоподготовки.

Отечественные и иностранные исследования показали [Рис. 1], что при толщине накипи, на котловых трубах, трубках теплообменников, в Один миллиметр, совокупность тепловых потерь (перерасход топлива) в системе теплоснабжения достигает до 10 %, в России принято считать -7 (семь)%.

К сожалению, сетевая вода в большинстве котельных малой и средней мощности, не подготавливается вообще, что приводит к весьма нежелательным последствиям :

- соли кальция и магния, находящиеся в неподготовленной воде, образуют твердые отложения (накипь, шлам, водный камень) на поверхности теплообменников и других теплоэнергетических установках, что резко снижает эффективность их работы, приводит к потерям мощности оборудования;
- отложения солей кальция и магния обладают малой теплопроводностью, из-за чего металл перегревается, размягчается и разрушается;
- отложения солей кальция и магния перекрывают до 90% от сечения котловых труб и трубок теплообменников;

- развитие коррозии и выход из строя нагревательных элементов промышленных теплообменников, бытовых приборов и т.д.

С экономической точки зрения, проводить качественную водоподготовку, для котельных малой и средней мощности, очень невыгодно. Поэтому продолжают поиски дешевых и простых средств, для предотвращения образования накипи (отложений) в теплоэнергетических установках.

Помимо стандартных методов обработки воды, существует еще и такое понятие как «нестандартные методы обработки воды». И одной из привлекательных разновидностей «нестандартной» (безреагентной) обработки - является **магнитная обработка воды**.

Но, согласитесь, мало, кто о ней знает. Хотя, на применение магнитной обработки воды имеется указаний в официальных документах:

- СНиП II-35-76 «Котельные установки», раздел «Водоподготовка и водно-химический режим» с целью обработки воды для питания паровых и водогрейных котлов, систем теплоснабжения и горячего водоснабжения, а также хозяйственно-питьевого водопровода (п.10.19, п.10.24).
- В СП 41-101-95 "Проектирование тепловых пунктов" п. 5.8: "Магнитную обработку воды надлежит осуществлять в электромагнитных аппаратах или в аппаратах с постоянными магнитами". Этому же вопросу посвящены пункты 5.9. и 5.10, в которых оговаривается все, вплоть до напряженности магнитного поля в зазоре аппарата для магнитной обработки воды.

То есть, магнитная обработка воды не только упоминается, но и регламентируется вышеперечисленными документами [1,2,3], и в то же время о ней, кроме, узких специалистов, почему-то, мало кто слышал. Это ли не парадокс?

В сравнении с уже распространенными методами умягчения воды - магнитную обработку отличают простота, надёжность, дешевизна, безопасность, экологичность, отсутствие эксплуатационных расходов. Метод магнитной обработки воды не требует каких-либо химических реактивов и поэтому является абсолютно экологически чистым.

В большинстве случаев магнитная обработка эффективна при определенном составе растворённых примесей в воде, а именно, когда вода содержит значительное количество бикарбонатов (так называемая «временная жесткость»). Обработка воды, характеризующейся высокой сульфатной (постоянной) жесткостью, не дает хороших результатов.

Но временная (карбонатная) жесткость воды - это как раз наиболее типичный случай практически для всей территории России. И, значит, магнитная обработка воды подходит тут как нельзя лучше.

Впервые широко начали применять магнитную обработку воды для предотвращения образования накипи в 1945 году в Бельгии. С тех пор этот метод нашел широкое распространение во многих странах мира, в том числе таких передовых, как Япония, США, Германия и др. В СССР состоялись 4 научно-практические конференции по использованию магнитной обработки воды в различных отраслях народного хозяйства.

Первые сведения в СССР о магнитной обработке воды появились в 1950 году. В СССР, Московским заводом им. Войкова выпущено более 500 000 аппаратов для магнитной обработки воды (магниты на основе феррита бария). К 1985 г. использование метода магнитной обработки воды существенно сократилось, из-за отсутствия финансирования у потребителей, закрытия Московского завода им. Войкова.

Однако с 1996 года началось оживление в этом направлении, связанное с ростом производства в России, существенным повышением цен на химические реагенты, которые используются для умягчения воды, созданием высокоэнергетических магнитов NdFeB (ниодим-железо-бор) на порядок превосходящих по свойствам, ранее применявшихся для этих целей ферритовых магнитов.

Воздействие магнитного поля на молекулы воды, выглядит примерно так :

- «Молекулу воды можно представить, как элементарный диполь - частицу с положительно и отрицательно заряженными полюсами. Под действием сил взаимного притяжения и отталкивания молекулы воды - диполи образуют так называемые кластеры. Кластеры могут

образовываться вокруг примесей присутствующих в воде, то есть, ионы растворенных в воде солей (в нашем случае - ионы кальция) постоянно окружены молекулами воды. При нагревании (обычно выше 40 °С) кластерная структура воды становится нестабильной, молекулы воды больше не обволакивают примеси и, ионы растворенных в воде солей, могут свободно вступать в соединение друг с другом».

Когда диполи воды проходят через магнитное поле, на них действует сила Лоренца. Под действием этой силы молекулы воды начинают совершать колебательные движения - **магниты располагают так, чтобы вызвать резонанс диполей воды и сделать её структуру нестабильной**. Другими словами, происходит отделение диполей воды от микровключений, и они становятся как бы заряженными частицами.

При наложении нескольких таких частиц друг на друга, формируются центры кристаллизации, и молекулы кальция предпочитают выпадать именно на них, а не на теплопередающей поверхности. Далее процесс идет лавинообразно - новые ионы кальция прикрепляются к уже высадившимся на поверхности центров кристаллизации (микрорекристаллы).

Таким образом, кристаллизация CaCO₃ происходит в объеме воды, и в результате вместо образования твердой накипи на теплопередающей поверхности, в воде появляется мигрирующий тонкодисперсный шлам, который смывается с поверхности теплообменников и трубопроводов потоком воды. Затем эти частицы легко удаляются из воды обычным фильтром, либо улавливаются шлакоуловителями (в котельных, пунктах ЦТП).

Механизм влияния магнитного поля на воду и ее примеси нельзя считать выявленным в достаточной мере. Существуют, как минимум, три общепринятые гипотезы по воздействию магнитного поля на воду [12] :

- Первая состоит в том, что под влиянием магнитного поля происходит поляризация и деформация ионов, сопровождающаяся уменьшением их гидратации (степени Трассеянности-У в толще воды), повышающей вероятность их сближения и, в конечном счете, образования центров кристаллизации;
- Вторая предполагает действие магнитного поля на коллоидные примеси воды;
- Третья гипотеза объединяет представления о возможном влиянии магнитного поля на свойства и структуру воды. Это влияние, с одной стороны, может вызвать изменения в агрегации молекул воды, с другой - нарушить ориентацию ядерных спинов водорода в ее молекулах.

До сих пор, в науке не существует окончательно сложившихся представлений о влиянии магнитного поля на физико-химические свойства воды и её структуру.

Однако большинство известных соображений и гипотез различных авторов, в основном базируются на том, что магнитное поле оказывает поляризующее воздействие на ионы, растворённых в воде солей и оказывает определенное влияние на кинетику кристаллизации, обусловленную образованием центров кристаллизации в массе воды.

Насколько эффективными и перспективными могут быть конструкции систем магнитной обработки воды, базирующиеся на данной гипотезе ?

Для удобства, назовём такие конструкции - базовой магнитной системой (БМС).

Выскажем здесь свое мнение, сформировавшееся на основании собственных наблюдений за выпуском и освоением в России антинакипных устройств, с применением БМС, на протяжении последних десяти лет, а также с учетом материалов публикаций, в том числе и [4, 5, 6].

Принципы построения магнитной системы предложенной в Бельгии, имеется в виду БМС на основе постоянных магнитов сплава феррит - бария, были реализованы в СССР, во множестве различных вариаций.

Как, было сказано выше, при прохождении через магнитное поле, на диполи воды действует сила Лоренца, и под действием этой силы молекулы воды начинают совершать колебательные движения.

Так, вот в конструкциях БМС старались расположить магниты таким образом, чтобы вызвать, как можно больший, резонанс диполей воды в потоке, а так же увеличить время экспозиции молекул воды магнитным полем. Что только не было придумано, для создания большего, чем у предшественника, резонанса диполей воды и времени экспозиции.

Например, оригинальная конструкция магнитного антинакипного устройства, с БМС, была создана в 1995 году на Сибирском Химическом Комбинате (СХК) Министерства атомной промышленности (ЗАО Северск, Томской обл.). В конструкции **магнитных активаторов (МА)** Томских атомщиков были применены высокоэнергетические кольцевые магниты сплава ниодим-железо-бор, которые на порядок превосходят по своим свойствам, магниты сплава феррит-бария. Ниже, на **рис. 2** и **рис. 3**, приведены общий вид МА типа МАТ 114 А, исполнение 5.20.042 и общий вид конструкции магнитной системы МА соответственно. Основные технические решения по **магнитной обработке (МО)** перекачиваемых жидкостей и конструкции МА защищены патентами России (патент RU 2133710 и др.)

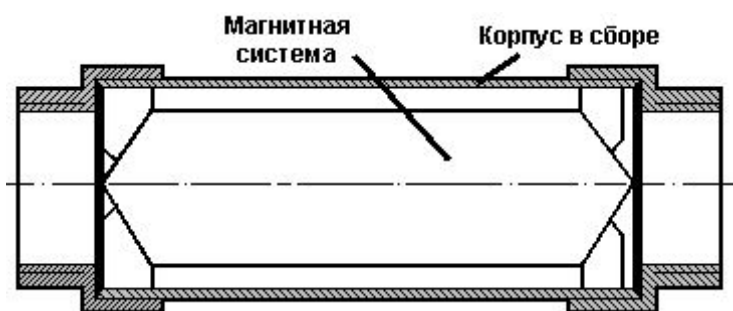


рис. 2

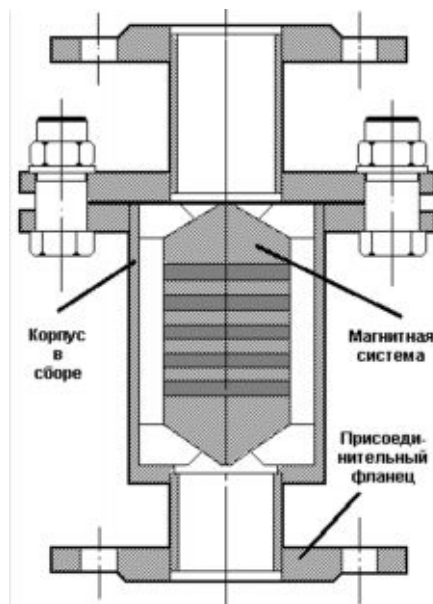


рис. 3

Опыт СХК был подхвачен многими конструкторами 90-х годов, что в настоящее время привело к появлению в различных регионах России, в основном в Западно-Центральной её части, антинакипных устройств с похожими, как близнецы, корпусами и конструкциями **базовой магнитной системы (БМС)**.

Ниже приведён краткий анализ конструкций – «близнецов» производимых в настоящее время антинакипных устройств с БМС.

Некоторые производители антинакипных устройств с конструкцией БМС, вместо заявленных 5 магнитных зон (магнитных переходов) в том же корпусе делают 4 зоны (без уведомления покупателей и дилеров). Это ведет к ухудшению и нестабильности результатов магнитной обработки.

В устройствах (от Ду15 до Ду40) используется одинаковый магнитный сердечник, а это значит, что в одних устройствах магнитные поля на внутренних стенках устройства соответствуют заявленному значению, а в других меньше. Проходное сечение в одних устройствах нормальное, в других зауженное, т.к. диаметр конструкции БМС (внутренний сердечник) одинаков, а диаметры корпусов разные.

Корпуса изготавливаются из железной трубы, а соединительные переходники из латуни, что является замечательной гальванопарой, т.е. процесс коррозии начинается сразу же, после установки устройства в трубопровод. Ржавчина является магнитоактивным материалом и оседая под действием магнитных полей на магнитном сердечнике - экранирует его (не говоря уже, о благоприятной пористой основе для илстых биоотложений), что значительно уменьшает воздействие магнитного поля и изменяет его конфигурацию.

Часть производителей, для решения вопроса с коррозией, изготавливают корпус из нержавеющей стали, но при этом магнитные поля выходят наружу корпуса. Тем самым их направление дуговое от полюса к полюсу, а не стремящееся к перпендикулярности относительно потока воды (как в устройствах с экранированным корпусом), что предписывает теория.

Необходимо отметить, что на эффективность применения магнитных полей, в антинакипных устройствах, могут оказывать влияние такие факторы, как жесткость воды (общая, по Са, Mg), наличие окислов железа, равновесная углекислота, значение pH,

щелочность, давление, температура, а так же наличие или отсутствие в общей системе теплоснабжения (скважина – теплоэнергетическая установка) тех или иных устройств водоподготовки (станции обезжелезивания, фильтров, деаэраторов, грязеуловителей и т.д.).

Нередко происходит, так что, антинакипное устройство с конструкцией БМС, успешно отработавшее 6-12 месяцев по предотвращению накипи, «вдруг отказывалось» столь же успешно дальше демонстрировать свою работоспособность.

Причин этому несколько:

- Подавляющее большинство производителей, заявленных на рынке Западной - Центральной части России, не соблюдают общеизвестную теорию о физических основах магнитной обработки воды (сила Лоренца, скорость потока, производительность в ед. времени, и т.д.).
- В различных регионах России резко различается жесткость воды (общая, по Ca, Mg), содержание железа, а это, при превышении «определенного порога», приводит к забиванию проходного сечения корпуса, т.к. сечение заужено, а воздействие и мощность магнитного поля – слабое;
- Не соблюдается комплексный подход к внедрению магнитных антинакипных устройств в систему водоподготовки;
- К воде относятся как, к химической субстанции, т.е. H₂O и более там ничего нет, хотя в любой воде есть и такие образования, как - мономолекулы воды, но ещё больше, сростков мономолекул между собой (ассоциатов) с формулой (H₂O)_N, где N может быть достаточно большим числом. Не берётся в расчёт, что вода – это многокомпонентная система и количество мономолекул и ассоциатов в одной и той же порции воды непостоянно и зависит от внешних воздействий [9].

Все эти причины не только пагубно сказываются на работоспособности теплоэнергетического оборудования, но и дискредитируют магнитную обработку воды.

В г. Томске (1997), было создано принципиально новое устройство для магнитной обработки жидкости (патент RU 2092446C1), с конструкцией магнитной системы, при построении которой был реализован известный принцип Томского физика Николаева Г.В. [1,2] по организации второй составляющей магнитного поля (скалярное магнитное поле).

В 1999 году, используя принципы формирования магнитных полей (по Николаеву Г.В.), было создано устройство «Декарбон» (разработчик – ГП НПЦ «Примех», производитель НПО «Ледо», г. Томск). Были проведены промышленные испытания в котельной Томского линейно-производственного участка магистральных газопроводов, где устройство «Декарбон» показало свою высокую эффективность [10]. Устройство «Декарбон» установили для защиты кожухотрубных теплообменников от накипи. Практический опыт применения устройства «Декарбон» для обработки воды в системе горячего водоснабжения позволяет утверждать, что магнитная обработка, подпиточной воды сети ГВС и всей циркулирующей сетевой воды, обеспечивает отсутствие новых отложений накипи, а также постепенное вымывание уже отложившуюся накипь в системе трубопроводов, в том числе и внутридомовых сетей, тепловых приборов..

В 2000 году, при испытаниях устройства «Декарбон», для защиты теплообменников типа Alfa Laval в системе теплоснабжения на ТЭЦ от накипи, было обнаружено резкое снижение коэффициента теплопередачи [11].

В это же время, специалисты ПКФ «Экси-Кей» (ЗАО Северск, Томская область) принимали непосредственное участие в производстве, установке и проведении промышленных испытаний устройств «Декарбон» на территории Томской, Новосибирской, Кемеровской, Омской областей, в Красноярском крае, в Республике Якут-Соха, в Сургутском районе Тюменской области [13].

По окончании испытаний на ТЭЦ, с теплообменниками типа Alfa Laval, устройство «Декарбон» было демонтировано, после чего специалистами ПКФ «Экси-Кей» были проведены тщательные исследования. Исследования показали, что причиной резкого снижения коэффициента теплопередачи, теплообменников типа Alfa Laval [11], послужило снижение мощности магнитной системы устройства «Декарбон». Снижение мощности магнитной системы произошло из-за попадания сетевой воды вовнутрь магнитной системы, в результате чего были частично разрушены магниты, следовательно, упала мощность магнитной системы.

После выявления причин, руководству ГП НПЦ «Примех» и НПО «Ледо» (г.Томск), были предложены технологические варианты решения вышеуказанной проблемы, но в связи с различными причинами доработка устройства «Декарбон», руководством ГП НПЦ «Примех» и НПО «Ледо», не была произведена.

В 2003 году специалисты ПКФ «Экси-Кей», учитывая накопленный опыт эксплуатации различных магнитных антинакипных устройств, совместно с учеными и инженерами НПЦ «Полюс» (РосКосмос, г. Томск), СФТИ им.академика В.Д.Кузнецова при ТГУ, разработали и изготовили новое магнитное активирующее устройство «МАУТ» (Магнитное Антинакипное Устройство Томское–ТУ 4932-001-25968286-2003), в котором магнитная система, была изготовлена с учетом направления второй составляющей магнитного поля (скалярное поле) [Фото 1].



фото 1



фото 2

Проведенные испытания устройства «МАУТ», в МП «ТомскТеплосеть» по защите теплообменников подготавливающих воду для ГВС, показало что, устройство «МАУТ» по своим техническим и эксплуатационным параметрам значительно превосходит свой прототип – устройство «Декарбон». На фотографии представлен переходной калач теплообменников с отвалившимися кусками накипи, после 45 суток эксплуатации. Фазовый анализ накипи показал, что ей более 10 лет. [Фото 2].

Принципиальное отличие устройства «МАУТ» от антинакипных устройств, других производителей, использующих базовую магнитную систему (БМС), в конструкции непосредственно самой магнитной системы и корпуса.

Магнитная система устройства «МАУТ» создает сложные неоднородные магнитные воздействия, на поток жидкости, т.е. помимо воздействия, на поток жидкости, стандартного (общеизвестного) магнитного поля присутствует ещё и воздействие второй составляющей магнитного поля (скалярное поле). Конструкция корпуса помимо того, что исполняет роль экрана магнитных полей, но и позволяет особым образом воздействовать на свойства и структуру воды. Корпус выполнен в безопасном исполнении, т.е. на внешней поверхности нет излучений магнитных полей.

В устройствах «МАУТ» используются, изготовленные по новым технологиям, специально отобранные и протестированные высокоэнергетические постоянные магниты NdFeB (ниодим-железо-бор). Мощность и характеристики магнитного поля, внутри устройства, значительно превосходят таковые поля в антинакипных магнитных устройствах с БМС, что существенно повышает полезный эффект.

Устройство «МАУТ» не требует постоянного специального технического обслуживания, применения электроэнергии, сменных элементов. Срок эксплуатации устройства – 25 лет.

**Конструкция магнитной системы и корпуса
устройства «МАУТ» создает разноплановое воздействие на воду:**

- Трансформирует процесс кристаллизации, с переводом его в поток жидкости;
- Интенсифицирует развитие процесса шлакообразования;
- Изменяет значения показателей качества воды (увеличивает Ph; уменьшает содержание растворенного железа, марганца в воде, уменьшает жесткость воды);
- При наличии ранее образовавшейся (до установки устройства “МАУТ”) накипи происходит её постепенное и полное удаление (после установки устройства “МАУТ”);
- Создает на поверхностях теплообменника, котловых труб тонкую оксидную пленку, защищающую металл от коррозии.

Имеются достоверные экспериментальные данные [результаты анализа, Таблица №1] об оригинальном воздействии, устройства «МАУТ», на структуру и свойства обрабатываемой воду. Например, концентрация общего железа в обработанной воде снижается более чем в 30 раз. Причём, такой эффект был получен без использования иных устройств, снижающих содержание железа в воде.

Таблица №1

Параметр	До обработки	После обработки	Параметр	До обработки	После обработки
pH	7,15	8,20	Сухой остаток	593,5	306,0
Гидрокарбонаты	527,7	247,7	Марганец (II)	0,15	Менее 0,01
Жёсткость общая	9,3	4,29	Железо общее	4,77	0,14

Наряду с этим, обработка воды устройством «МАУТ» способствует активации процессов адсорбции, влияет на электрокинетический потенциал и агрегативную устойчивость взвешенных частиц, благодаря чему ускоряется их осаждение, т.е. дополнительная обработка второй составляющей магнитного поля, еще более способствует удалению из воды разного рода взвесей.

Применение магнитных полей в антинакипных устройствах, не следует сводить только к действию, собственно, общеизвестного векторного магнитного поля, по-видимому, весь процесс магнитного воздействия на воду правильнее рассматривать, как комплекс влияющих друг на друга факторов, многие из которых необходимо выявлять практическим путем и конкретно для данного региона.

Подводя итоги, можно сказать :

- антинакипные устройства с БМС (базовой магнитной системой) не изменяют значения показателей качества воды, её структуру и химический состав;
- в антинакипных устройствах с БМС применяется малое количество магнитов (кг), поэтому невозможно создавать мощные неоднородные магнитные поля для более эффективной обработки воды;
- формирование магнитного поля происходит классическим (стандартным) методом;
- для нормальной работы магнитных устройств с БМС содержание железа в обрабатываемой воде должно быть не менее 2 мг/л, при понижении содержания железа в обрабатываемой воде эффективность обработки, резко снижается.

Учитывая и применяя вторую составляющую магнитного поля (скалярное поле) в конструкции магнитной системы антинакипного устройства «МАУТ», специалисты ПКФ «Экси-Кей» добились эффективных, и что самое важное стабильных результатов в борьбе с накипью. В совокупности конструкция корпуса и магнитной системы позволяет освободиться от вышеперечисленных недостатков, присутствующих в антинакипных устройствах с БМС (базовой магнитной системой).

ООО ПКФ «ЭКСИ-КЕЙ»; E-mail : axi-key@mail.ru <http://www.axi-key.ru>

Калистратов Виктор Александрович – директор предприятия

Любецкий Леонид Леонидович – заместитель директора по науке

Список литературы.

1. СНиП 2.04.07-86. «Тепловые сети» , М.: ГП ЦПП, 1994г.
2. СНиП II-35-76. «Нормы проектирования, Котельные установки», М.: ГП ЦПП, 1994
3. СП 41-101-95 . «Проектирование тепловых пунктов», М.: ГП ЦПП, 1994
4. Тебенихин Е.Ф., Гусев Б.Т. Обработка воды магнитным полем в теплоэнергетике, М.: «Энергия», 1970. С. 144.
5. Белан Ф.И., Сутоцкий Г.П. Водоподготовка промышленных котельных. М.: Энергия, 1969. С. 328.
6. Классен В. И. Омагничивание водных систем.-2-е изд., перераб. и доп. - М.: Химия, 1982.-296 с., ил.
7. Николаев Г. В. // Техника и наука. 1984. №1. с 42-43.
8. Николаев Г.В. - Патент RU 2092446 ; (21)-95114277/25; (22)-09.08.95; (46)-10.10.97
9. Ф. Татарский «Борьба за странную воду» , Журнал «Химия и Жизнь» №12, 1989
10. В.И.Беспалов «Некоторые результаты практического использования нетрадиционных магнитных систем для обработки воды», // Материалы докладов шестой всероссийской научно-технической конференции «Энергетика : экология, надежность, безопасность», том 1, с 78-80, - Томск : Изд-во ТПУ, 2000г.
11. В.И.Беспалов, М.Ю. Лапицкий «Опыт эксплуатации теплообменников типа Alfa Laval в системе теплоснабжения на ТЭЦ» // Труды II-го семинара вузов Сибири и Дальнего Востока по теплофизике и теплоэнергетике, том 305, вып.2, с175-179 – Томск: Изд-во ТПУ, 2002г.
12. Г.М. Мокроусов, Н.П. Горленко «Физико-химические процессы в магнитном поле», Изд-во ТГУ, Томск 1988г. с 126
13. В.А. Калистратов, Л.Л. Любецкий «Сбережение энергоресурсов путем защиты от накипных отложений» // Журнал «Энергоназор», Информационно-аналитический сборник ФГУ «УГЭН по Енисейскому региону», выпуск 1, с81-85, Красноярск, 2004г.