

ИССЛЕДОВАНИЕ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ АППАРАТА МАГНИТНОЙ ОБРАБОТКИ ВЕЩЕСТВА НА ВОДУ

Антонов С.Н., Адошев А.И., Молчанов А.Г.

ФГБОУ ВПО Ставропольский ГАУ, antonov_serg@mail.ru

Анализ состояния оборудования в теплоэнергетической отрасли показывает, что оно эксплуатируется с нарушением требований, установленных правилами безопасности и технической эксплуатации. Несвоевременно удаляется накипь с поверхностей нагрева теплообменников. Накипь, обладая низкой теплопроводностью, затрудняет передачу тепла котловой воде, вызывает перегрев стенок котла. Наличие накипи связано с перерасходом топлива. Соответственно это приводит к нерациональному использованию энергетических ресурсов. Существующие способы водоподготовки дорогостоящие и очень часто не соответствуют требованиям экологической безопасности. В связи с этим, приоритетное значение приобретают физические методы водоподготовки. Использование магнитной обработки воды позволяет предотвратить образование накипи, а также избавиться от ранее отложившейся.

Ключевые слова: эффективность магнитной обработки, накипь, кристаллы соли, соли жесткости, водоподготовка, теплоснабжение

RESEARCH AND EVALUATION OF THE IMPACT OF MAGNETIC TREATMENT DEVICE AGENT ON THE WATER

Antonov S.N., Adoshev A.I., Molchanov A.G.

VPO Stavropol State Agrarian University, antonov_serg@mail.ru

Analysis of thermal power equipment industry has shown that it is operated in violation of the established rules of safety and technical operation. Untimely remove scum from the surface of the heating coils. Scale, having low thermal conductivity impedes the transfer of heat boiler water, causes overheating of the boiler walls. The presence of scale associated with fuel consumption. Accordingly, this leads to inefficient use of energy resources. The existing water treatment methods are expensive and often do not meet environmental safety requirements. In this regard, priority purchase physical methods of water treatment. Using magnetic water treatment to prevent the formation of scale, as well as get rid of the previously deposited.

Keywords: efficiency of magnetic treatment, scale, crystal salts, hardness, water supply, heat supply

Разработанный экспериментальный стенд (рис. 3, 4) для проведения исследований по определению эффективности магнитной обработки воды представляет собой имитацию как разомкнутой, так и замкнутой системы теплоснабжения [3, 4, 8].

Установленный аппарат на трубопровод закрепляется наружными частями корпуса 1, к которым привариваются фланцы 6. Каркас намагничивающей катушки в осевом сечении имеет тонкие стенки, которые чередуются с утолщениями. Для того чтобы увеличить или уменьшить величину магнитной индукции в зоне обработки, необходимо изменить длину тонкой стенки [10].

Установленный нагревательный элемент служит для перевода растворенных в воде солей во взвешенное состояние (взвесь). В экспериментальной установке предусмотрен шламосборник, на дне которого расположено предметное стекло для определения кристаллооптическим способом эффективности обработки воды магнитным полем. Скорость движения воды регулируется с помощью вентиля или изменением частоты вращения

циркуляционного насоса. Для того чтобы предотвратить образование в замкнутой системе воздушных пробок и разрыва трубопровода, установлены расширительный мембранный бак и спускной ventиль (кран «Маевского»).

Принцип работы аппарата магнитной обработки (АМО) [1, 2, 5, 6] заключается в следующем: при подаче переменного или постоянного тока в намагничивающую катушку 3 АМО образуется магнитный поток Φ (рис. 1), силовые линии которого замыкаются по корпусу 1 и каркасу 2. Тонкая стенка каркаса 2 работает в режиме насыщения и представляет значительное магнитное сопротивление для потока Φ , который разделяется на потоки:

- Φ_1 — магнитный поток в объеме намагничивающей катушки;
- Φ_2 — магнитный поток, замыкающийся по тонкой стенке;
- Φ_3 — магнитный поток, выпучивающийся в сторону обрабатываемой воды.

Вода многократно пересекает силовые линии магнитного потока Φ_3 и подвергается физическому воздействию.

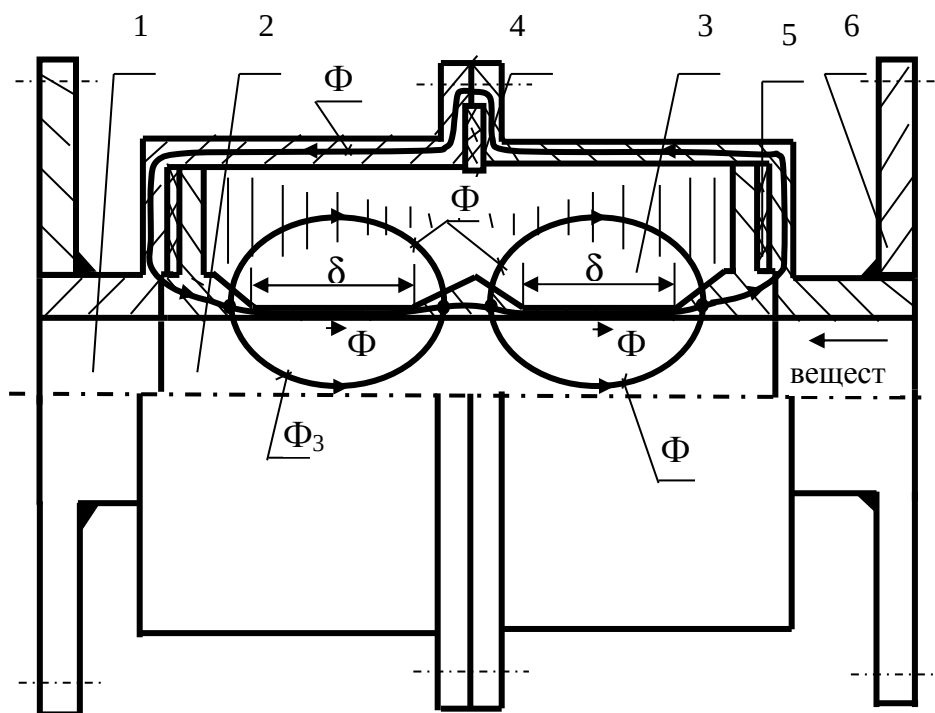


Рис. 1. Аппарат магнитной обработки воды: 1 — корпус; 2 — каркас намагничивающей катушки; 6 — фланец; 3 — намагничивающая катушка; 4, 5 — прокладка

Экспериментальный стенд работает следующим образом.

1. Изображенный экспериментальный стенд (рис. 3, 4) представляет имитацию как разомкнутой, так и замкнутой системы теплоснабжения и работает следующим образом: вода, поступающая из трубопровода центрального водоснабжения или нагнетаемая циркуляционным насосом (4) из емкости, проходит аппарат магнитной обработки воды (5) [3, 4], после чего поступает в нагревательный бак (1). Скорость движения воды изменяется ventилем (12) или изменением частоты вращения циркуляционного насоса. Проходя

нагревательный элемент, вода нагревается до температуры 80–90°C. Вода, нагретая до нужной температуры, поступает в шламоуловитель (7), а затем через отопительный прибор (2) и исследуемый элемент (8) (обрезок трубы, на внутренней стенке которой образована накипь) — далее по трубопроводу в центральную канализацию или емкость. Накипь, которая была удалена с внутренней стенки трубы, оседает в нижней части шламоуловителя.

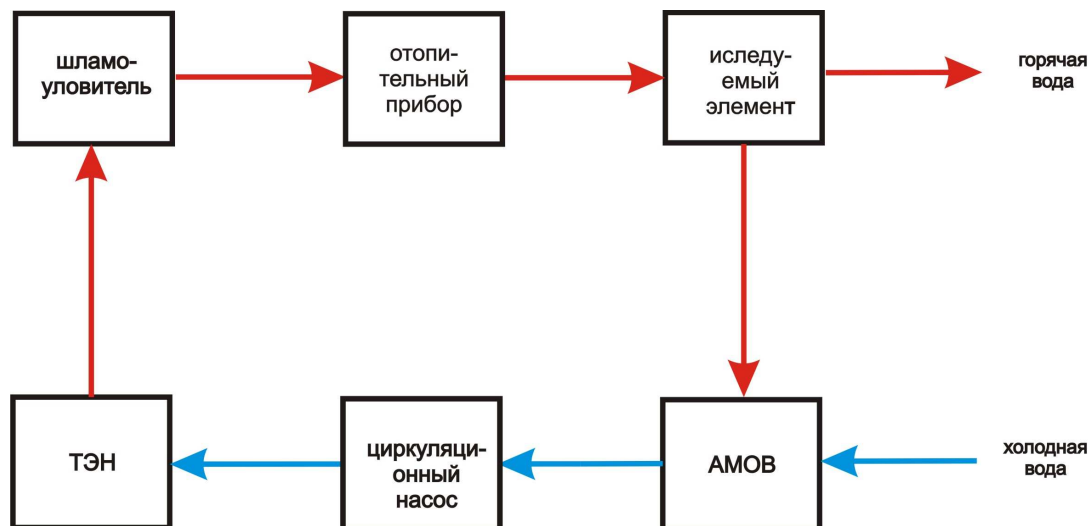


Рис. 2. Общий вид работы стенда для определения эффективности аппаратов магнитной обработки воды

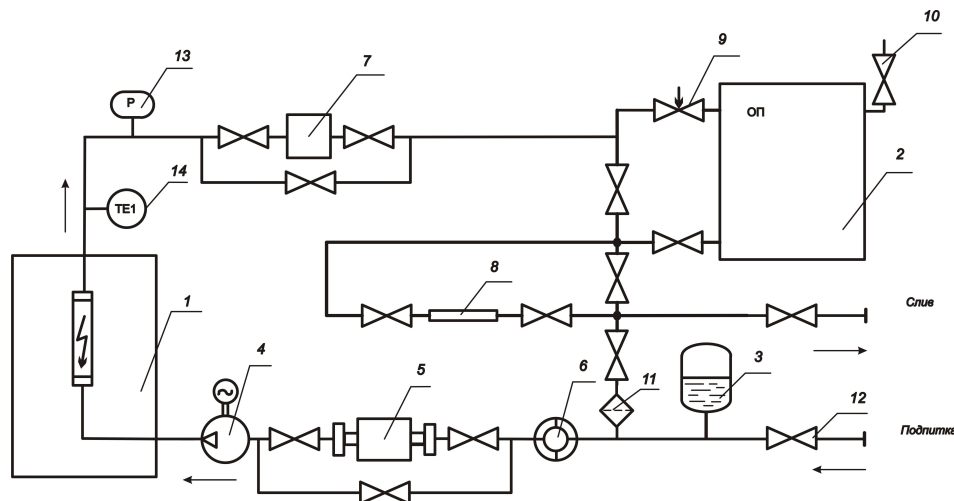


Рис. 3. Принципиальная схема экспериментальной установки для определения эффективности аппаратов магнитной обработки воды: 1 — нагревательный элемент (ТЭН); 2 — отопительный прибор; 3 — расширительный бак; 4 — циркуляционный насос; 5 — аппарат магнитной обработки; 6 — счетчик-расходомер; 7 — шламоуловитель; 8 — исследуемый элемент; 9 — регулятор расхода; 10 — кран «Маевского»; 11 — фильтр; 12 — кран шаровой; 13 — манометр; 14 — датчик температуры

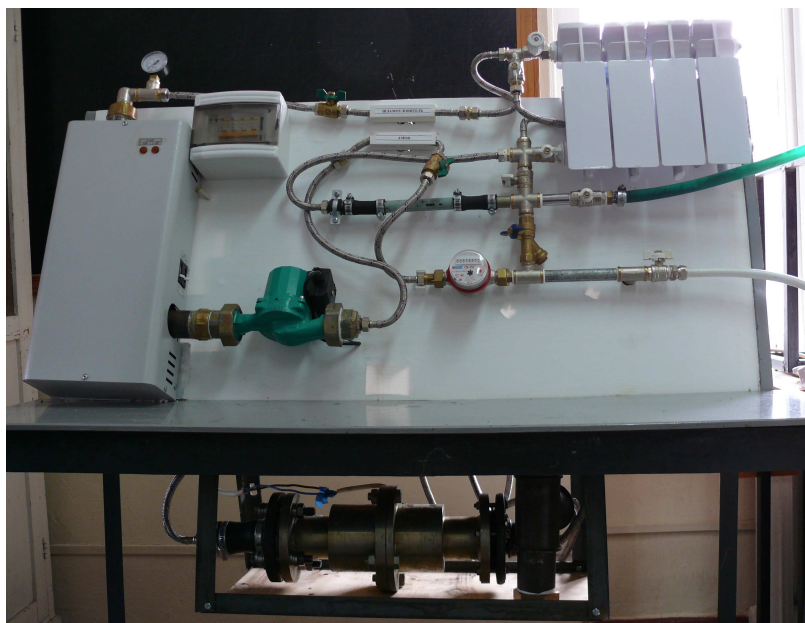


Рис. 4. Общий вид экспериментальной установки для определения эффективности аппаратов магнитной обработки воды

Накопленные научные знания не дают однозначного ответа на вопрос о влиянии магнитного поля на физико-химические процессы, происходящие в водных растворах. Однако можно считать установленным, что магнитное поле оказывает определенное влияние на кинетику кристаллизации, вызывая увеличение концентрации центров кристаллизации в массе воды, вследствие чего вместо накипи образуется взвесь (шлам).

Таким образом, выделившаяся взвесь (шлам), прошедшая трубопровод, оседает в шламособорнике на стеклышке. После проведения эксперимента предметное стеклышко изучается под микроскопом, в результате чего определяется количество выделившейся твердой фазы.

Процессы, протекающие в воде при наложении магнитного поля, можно представить следующим образом. При прохождении воды через зону обработки магнитным полем и наличии ферромагнетиков в пересыщенном по накипеобразователю растворе (воде) образуются зародыши центров кристаллизации [7, 8]. Центром кристаллизации может быть частица той же природы, что и накипеобразователь, или любая другая изоморфная с последним частица.

Кристаллизация происходит значительно быстрее и легче, если в растворе уже существует твердая поверхность. Выделение твердой фазы на готовой поверхности протекает значительно легче, так как энергия, необходимая для этого, меньше, чем для возникновения зародыша в объеме раствора.

Электрическая схема управления и контроля установкой позволяет:

- 1) измерять подводимое напряжение;

- 2) питать постоянным и переменным током;
- 3) производить измерения напряжения, тока, температуры;
- 4) изменять частоту вращения циркуляционного насоса.

Измеряемое напряжение позволяет варьировать значением магнитной индукции в зоне воздействия. Тем самым изменять дозу магнитной обработки.

Форма питающего сигнала оказывает большое влияние на процесс магнитной обработки. Используется как переменный ток частотой 50 Гц, так и выпрямленный с помощью диодного моста. Но, как показали экспериментальные исследования по определению эффективности магнитной обработки, однополупериодная схема выпрямления является оптимальной. Контроль за параметрами питания электроустановки осуществляется с помощью вольтметра, амперметра, ваттметра. Контроль за температурой теплоносителя в различных точках установки осуществляется с помощью термопары.

Изменять температуру теплоносителя возможно посредством изменения частоты вращения циркуляционного насоса. Частота изменяется ступенчато на 3 уровнях: 1 – 46; 2 – 67; 3 – 93 с⁻¹.

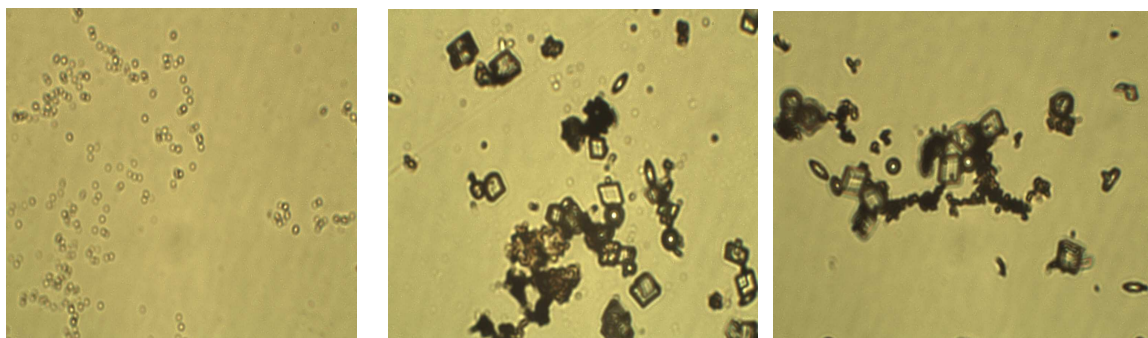
Изменение напряжения питания водонагревателя позволит плавно регулировать температуру теплоносителя установки. Защиту схемы от коротких замыканий и длительных перегрузок выполняют автоматические выключатели серии ВА. $I_n=16A$. защиту водонагревателя от перегрузок осуществляет тепловое реле ТРН, от снижения питающего напряжения защищает магнитный пускатель серии ПМЛ.

В качестве соединительных проводов, используется провод марки ПВС сечением 1,5 мм².

Для проведения экспериментальных исследований кристаллооптическим способом используем следующую методику [9].

В ходе проведения эксперимента варьируем одним фактором, которым является прохождение воды через зону обработки ($n=1, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30, 50, 90$). Начальная температура обработанной воды $t^{\circ}_{нач}= 16^{\circ}C$. Температура в емкости с обработанной водой при закипании $t^{\circ}_{кип}= 70^{\circ}C$.

Методика проведения эксперимента следующая. Вода из Ставропольского родника «Серафима Саровского» пропускается через аппарат магнитной обработки 1, 3, 6 ... n раз. Обработанную воду переливают в емкость 200 мл, в которую предварительно помещено предметное стекло. Затем происходит нагрев проб воды до температуры 70°C. Предметные стекла извлекают из емкости, просушивают и исследуют при помощи микроскопа (Motic BA 300). Результаты исследований представлены на рисунке 5.



а)

б)

в)

Рис. 4. Фотографии кристаллов соли: а) необработанная вода; б) шестикратная обработка магнитным полем, в) девятикратная обработка магнитным полем

Анализируя полученные результаты, можно сказать, что магнитное поле оказывает воздействие на соли, растворенные в воде. После обработки магнитным полем один раз на предметном стекле выпадает в виде взвеси больше соли, чем в необработанной воде. Кроме того, выпавшая в осадок соль имеет большие размеры и связывается между собой, образуя центры кристаллизации. Увеличение в размерах кристаллов выпавшей в осадок соли в 1,5–2 раза говорит о снижении накипеобразования до 70%. Наилучшим результатом можно считать образец обработанной воды, прошедшей шестикратную обработку, так как там явно выражены центры кристаллизации с кристаллами преимущественно ромбоэдрической формы.

Список литературы

1. Антонов С.Н. Аппараты магнитной обработки воды. Проектирование, моделирование и исследование: монография / С.Н. Антонов, А.И. Адошев, И.К. Шарипов, В.Н. Шемякин. – Ставрополь: АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2014. – 220 с.
2. Антонов С. Н. Опыт моделирования магнитных систем с использованием САПР / Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК: материалы III Российской науч. – практ. конф. (Ставрополь, 20–22 апреля 2005 г.) / Ст.ГАУ. – Ставрополь, 2005. – С. 41–43.
3. Антонов С. Н., Атанов И. В. Разработка стенда по определению эффективности магнитной обработки воды / Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве: сборник научных трудов по материалам 74-й научно-практической конференции СтГАУ. – Ставрополь: АГРУС, 2010. – С. 3–15.
4. Антонов С. Н., Атанов И. В. Эффективность магнитной обработки воды для систем теплоснабжения / Механизация и электрификация с.-х. – 2011. — № 9. – С. 15–16.

5. Антонов С. Н., Ивашина А. В. Аппарат магнитной обработки воды / Механизация и электрификация с.-х. – 2009. — № 8. – С. 31–32.
6. Антонов С. Н., Шарипов И. К., Шемякин В. Н. Аппарат магнитной обработки воды (АМОВ 50.1) / Методы и технические средства повышения эффективности использования электрооборудования в промышленности и сельском хозяйстве: сборник научных трудов по материалам 76-й научно-практической конференции СтГАУ. – Ставрополь: АГРУС, 2012. – С. 6–9.
7. Антонов С. Н., Шарипов И. К., Шемякин В. Н., Адошев А. И. Моделирование магнитных систем с использованием систем автоматизированного проектирования / Достижения науки и техники АПК – 2010. — № 10. – С. 75–78.
8. Гурницкий В. Н., Никитенко Г. В., Атанов И. В., Антонов С. Н. Магнитом по воде // Изобретатель и рационализатор. – М., 2001. – С. 12.
9. Гурницкий В. Н., Никитенко Г. В., Атанов И. В., Антонов С. Н. Определение эффективности магнитной обработки воды при питании намагничивающей катушки аппарата от источников однополупериодного выпрямления. // Сб. научн. тр.: Физико-технические проблемы создания новых технологий в АПК. – СГСХА, 2001. – С. 59.
10. Проектирование магнитных систем электротехнических устройств: Учебное пособие по дисциплине «Проектирование систем электрификации» / С. Н. Антонов, Д. Е. Кофанов; ФГОУ ВПО СтГАУ. – Ставрополь: АГРУС, 2011. – 240 с.

Рецензенты:

Хорольский В.Я., д.т.н., профессор кафедры «Электроснабжение и эксплуатация электрооборудования», г. Ставрополь;

Никитенко Г.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Применение электрической энергии в сельском хозяйстве», г. Ставрополь.