



УДК 661.66-9

## ВЛИЯНИЯ МАГНИТНОГО ПОЛЯ НА ПРОЦЕСС ОБРАЗОВАНИЯ НАКИПИ В ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯХ

### THE INFLUENCE OF THE MAGNETIC FIELD ON THE PROCESS OF SCALE FORMATION IN WATER HEATERS

**Исмаилов Ойбек Юлибоевич**

доктор философии по техничеким наукам (PhD),  
Институт общей и неорганической химии АНРУз,  
г. Ташкент  
ismoilovnmpi@mail.ru

**Исмоилов Мирзаакбар Хамидович**

базовый докторант,  
Наманганский инженерно-технологический институт  
imirzaakbar@gmail.com

**Аннотация.** В статье приведены результаты эксперимента, изучение осаждения отложений минеральных солей на поверхности нагревательного элемента в водонагревательном котле под действием магнитного поля. Количество отложений минеральных солей, оседающих на поверхности нагревательного элемента водогрейного котла, с использованием магнитного поля может быть уменьшено до 5,2 раз.

**Ключевые слова:** нагревательные устройства, постоянный магнит, осадок, водонагревательный котел, минеральные накипи, тепловой КПД.

**Ismailov Oybek Yuliboevich**

Doctor of Philosophy in Technical  
Sciences (PhD),  
Institute of General and Inorganic Chemistry  
of the Academy of Sciences of Uzbekistan,  
Tashkent  
ismoilovnmpi@mail.ru

**Ismoilov Mirzaakbar Hamidovich**

Basic Doctoral Student,  
Namangan Institute of Engineering  
and Technology  
imirzaakbar@gmail.com

**Annotation.** The article presents the results of an experiment, the study of the deposition of mineral salt deposits on the surface of a heating element in a water heating boiler under the influence of a magnetic field. The amount of mineral salt deposits deposited on the surface of the heating element of a hot water boiler using a magnetic field can be reduced up to 5.2 times.

**Keywords:** heating devices, permanent magnet, sediment, water heating boiler, mineral scale, thermal efficiency.

Процесс образования осадка в тепловых установках формируется в течение определенного периода времени. В результате низкой скорости течения в трубе, длительного воздействия на сырье и высоких температур процесс образования минеральных накипов на поверхностях устройства ускоряется. Увеличение толщины осадка с меньшей теплопроводностью со временем приводит к уменьшению внутреннего диаметра труб устройства [1]. В результате поток жидкости становится труднее проходить, гидравлическое сопротивление трубы увеличивается, и в то же время тепловой КПД устройства снижается из-за снижения коэффициента теплопередачи [2].

Установлено, что потери тепла в теплообменниках составляют по норме  $2 \div 8 \%$ , тогда как в процессе образования накипи этот показатель достигает  $60 \%$  [3]. Для обеспечения нормальной работы тепловых приборов важен правильный выбор режима технологических потоков, при этом более высокие параметры режима потока препятствуют образованию на внутренней поверхности труб отложений минеральных накипи, которые образуются при повышении минералов в сырье и высоких температурах [4].

Одним из современных способов предотвращения образования осадка в тепловых приборах является обработка воды с помощью магнитов. В результате магнитной обработки воды растворенные в воде ионы кальция, кремния и магния теряют свойство образовывать соли на сорбционных поверхностях. В результате нерастворимые соли находятся в взвешенном состоянии, и образовавшийся на поверхности осадочный слой постепенно уменьшается [5].

В результате движения воды по трубе через магнитное поле на нее действует сила Лоренца [5]:

$$F_n = Q(V \cdot B),$$

где  $Q$  – ионный заряд;  $V$  – скорость;  $B$  – индукционный магнит.

Вода, движущая через устройство, проходит через магнитное поле, создаваемое постоянным магнитом. При этом под действием силы Лоренца молекулы воды начинают колебаться при движении. Магниты, встроенные в водный путь, создают резонанс в воде.

В результате обработки воды под действием магнитного поля в холодной воде нарушается структура воды, а примеси, содержащие ионы кальция и магния, соединяются с другими примесями, образуя центр кристаллизации и микро кристаллизации. Этот процесс представляет собой цепную



реакцию, при которой при нагревании ионы кальция и магния не осаждаются с образованием микрокристаллов в трубопроводах и системах отопления.

Микрокристаллы образуют легкий моющий осадки в воде после нагревания и обычно накапливаются в специальных агрегатных барьерах. Со временем на поверхности трубы образуется защитный слой оксидной пленки, защищающий от коррозии устройств и трубы.

Влияние силы магнитного поля на движение ионов кальция и магния в воде представлено на рисунке.



**Рисунок** – Влияние силы магнитного поля на движение ионов кальция и магния в воде

На основании вышеизложенных данных в лаборатории «Процессы и аппараты химической технологии» Института общей и неорганической химии АН РУз подготовлен прибор для изучения влияния магнитного поля на процесс образования накипи на внешней поверхности нагревательного элемента тепловых приборов [6].

Результаты исследования влияния магнитного поля на накопление минеральных отложений на поверхности нагревательного элемента отопительного котла приведены в таблице.

**Таблица** – Влияние постоянного магнитного поля на образование накипи на поверхности нагревательного элемента

№	Продолжительность времени работы прибора, суток	Поверхность нагревательного устройства, см <sup>2</sup>	Количество осадков, образующихся при нагревании без магнитного поля, г	Количество осадков, образующихся при нагревании под действием магнитного поля, г
1	30	176	1,07	0,21
2	60	176	2,95	0,58
3	90	176	5,34	1,02
4	120	176	7,68	1,46

Объем обоих котлов отопления на линии опытной установки составляет 15 л. В нее устанавливается автоматический терморегулирующий нагреватель (ТЭН) мощностью 2 кВт/ч каждый с площадью поверхности нагрева 0,0176 м<sup>2</sup>. Продолжительность нагрева 30 ÷ 120 дней. Масса осадка, образовавшегося в первом водогрейном котле без установленного постоянного магнитного поля, составила 1,07 г. Масса минерального осадка достигла 2,95 г, когда продолжительность рабочего времени достигла 60 дней, а масса минерального накипи достигла 5,34 г, когда время работы нагревателя достигло 90 дней. Масса накипи, образующаяся на поверхности нагревателя при 120 дней работы прибора, достигло 7,68 г. Под воздействием постоянного магнитного поля в нагревательном котле образуется минерального осадка с массой 0,21 г, при достижении прибором рабочего времени 30 дней, масса накипи, накопленной при продолжительности работы 60 дней, 0,58 г, масса, накопленная в приборе при работе отопительного прибора 90 дней, составила 1,02 г, а 120 дней 1,46 г.

Движущая вода через постоянное магнитное поле в нагревательных устройствах, используемых в пищевой промышленности, соединения, удерживающие ионы кальция и магния в воде, объединяются, образуя центр кристаллизации и микрокристаллизации. В результате предотвращается образование минеральных накипов, и не используются химические реагенты с высокой стоимостью. Тепловая эффективность устройств достигается за счет возможности стабильной работоспособности аппарата.

Образование накипи под действием магнитного поля уменьшается в среднем в 5 раз до повышения температуры воды на 70 оС. Однако повышение температуры от 90оС скорость образования накипе постипенно повышается.

**Список литературы:**

1. Колесников В.А., Нечаев Ю.Г. Теплосиловие хозяйство сахарных заводов. – М. : Пищевая промышленность, 1980. – 392 с.
2. Исмаилов О.Ю., Худойбердиев А.А., Хурмаматов А.М. Исследование зависимости коэффициента теплопередачи от толщины накипи и режима движения нагреваемой нефтегазоконденсатной



смеси в горизонтальной трубе // Научно-технический журнал «Нефтепереработка и нефтехимия». – М., 2017. – № 2. – С. 42–45.

3. Исмаилов О.Ю., Рамонов Т.З. Изучение условия образования отложений в трубах теплообменных аппаратах // Научно-технический журнал, «Химическая промышленность». – Санкт-Петербург, 2017. – № 2 – С. 74–78.

4. Федоткин И.М., Липсман В.С. Интенсификация теплообмена в аппаратах пищевых производств. – М. : Пищевая промышленность, 1972. – 240 с.

5. Костылева С.С., Джумабаев Х.К., Тюсенков А.С. Влияние электрохимической активации воды на солеотложение // Нефтегазовое дело. – 2018. – Т. 16. – № 4. – С. 89–95.

6. Исмаилов О.Ю., Хурмаматов А.М., Исмоилов М.Х. Исследования влияния магнитного поля на процесс образования накипи в тепловых устройствах // Узбекский химический журнал. – 2022. – № 6. – С. 52–57.

#### List of references:

1. Kolesnikov V.A., Nechaev Y.G. Heat and power facilities of sugar factories. – M. : Food Industry, 1980. – 392 p.

2. Ismailov O.Y., Khudoyberdiev A.A., Khurmatov A.M. Research of dependence of the heat transfer coefficient on the thickness of the scale and the mode of movement of the heated oil–gas condensate mixture in the horizontal pipe // Scientific and Technical Journal «Oil Refining and Petrochemistry». – M., 2017. – № 2. – P. 42–45.

3. Ismailov O.Y., Ramonov T.Z. The study of the condition of formation of deposits in the pipes of heat–exchange apparatuses // Scientific and Technical Journal «Chemical Industry». – St. Petersburg, 2017. – № 2 – P. 74–78.

4. Fedotkin I.M., Lipsman V.S. Intensification of heat exchange in apparatuses of food production. – M. : Food Industry, 1972. – 240 p.

5. Kostyleva S.S., Dzhumabaev Kh.K., Tyusenkov A.S. Effect of electrochemical activation of water on salt deposition // Oil and Gas Business. – 2018. – V. 16. – № 4. – P. 89–95.

6. Ismailov O.Y., Khurmamatov A.M., Ismoilov M.H. Studies of the influence of a magnetic field on the process of scale formation in thermal devices // Uzbek Chemical Journal. – 2022. – № 6. – P. 52–57.