



ООО «НПО «Экотехнологии»
398005, Россия, г. Липецк, ул. Фурманова, 2Б
Т/Ф +7 (4742) 55-10-55
E info@et-com.ru
W www.et-com.ru

Утверждено:

Генеральный директор

ООО «НПО «Экотехнологии»

П.Н. Пестряков



Согласовано:

Заместитель генерального директора

по тепловодоснабжению

ООО «Башнефть-сервис НПЗ»

С.А.Призенцов

Отчет

**о проведении лабораторных испытаний химических реагентов
ЕСОТЕСН, для обработки оборотной воды на площадках УНПЗ,
Новойл, УНХ.**



ООО «НПО «Экотехнологии»
398005, Россия, г. Липецк, ул. Фурманова, 2Б
Т/Ф +7 (4742) 55-10-55
E info@et-com.ru
W www.et-com.ru

Содержание

1. Введение	3
2. Объекты испытаний	4
3. Методика проведения испытаний	8
4. Выводы	29
5. Приложение 1(Акты лабораторных испытаний)	30



ООО «НПО «Экотехнологии»
398005, Россия, г. Липецк, ул. Фурманова, 2Б
Т/Ф +7 (4742) 55-10-55
E info@et-com.ru
W www.et-com.ru

ВВЕДЕНИЕ

В рамках договоренности с ООО «Башнефть-Сервис НПЗ», компания НПО «Экотехнологии» в период с 23 марта по 27 марта 2015г. проводила лабораторные испытания реагентов ЕСОТЕСН на производственных площадках ОАО АНК «Башнефть» с целью подтверждения промышленной эксплуатации предлагаемых технических решений и сервисных услуг по коррекционной обработке воды.

Объектом испытаний является водооборотная вода систем оборотного водяного охлаждения.

Перечень контролируемых параметров при лабораторных испытаниях:

- эффективность степени защиты от коррозии;
- эффективность бактерицидного действия;
- эффективность ингибирования солеотложений.

Окончание работ подтверждается Актом проведения лабораторных испытаний.

По результатам исследования предложена программа реагентной обработки водооборотных систем реагентами ЕСОТЕСН.

2. Объекты испытаний

2.1 Производственная площадка УНПЗ, водоблок №4.

Водоблок №4 предназначен для подготовки и бесперебойной подачи оборотной воды на технологические установки топливного и газокаталитического производств. Подготовка оборотной воды заключается в очистке, охлаждении и реагентной обработке. Очистка от содержания в воде нефтепродуктов и механических примесей производится на нефтеотделителях открытого типа и полочных отстойниках (напорных нефтеотделителях). Для охлаждения горячей воды, поступающей с технологических установок, служат вентиляторные градирни. Для предотвращения биологических обрастаний, коррозии, отложений солей жесткости в трубопроводах и теплообменной аппаратуре технологических установок производится обработка оборотной

3. Результаты анализов воды водоблока № 4

Качество речной воды за январь 2015 года

Дата отбора	Продукт	Точка контроля	Водородный показатель, pH	Массовая концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Хлорид-анион, мг/дм ³	Сульфат-анион, мг/дм ³	Сухой остаток (минерализация), мг/дм ³	Жесткость общая, мг-экв./дм ³	Жесткость постоянная, мг-экв./дм ³	Жесткость временная, мг-экв./дм ³
05.01.2015 14:00	Вода речная	Работающий насос (Водозабор УНПЗ)	8,0	0,00		34	74		6,60	3,70	2,90
12.01.2015 14:00	Вода речная	Работающий насос (Водозабор УНПЗ)	7,9	0,80	13,0	38	107	290	6,60	3,40	2,90
19.01.2015 14:00	Вода речная	Работающий насос (Водозабор УНПЗ)	8,1	0,13		34	119		5,90	3,60	2,30
26.01.2015 14:00	Вода речная	Работающий насос (Водозабор УНПЗ)	7,9	0,76	18,0	24	107	340	5,50	2,80	2,70

Качество оборотной воды за январь 2015 года

Дата отбора	Продукт	Точка контроля	Водородный показатель, рН	Массовая концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Хлорид-анион, мг/дм ³	Сульфат-анион, мг/дм ³	Фосфаты, мг/дм ³	Сухой остаток (минерализация), мг/дм ³	Жесткость общая, мг-экв/дм ³	Жесткость постоянная, мг-экв/дм ³	Жесткость временная, мг-экв/дм ³
05.01.2015 14:00	Оборотная вода	После градирен с работающего насоса (Водоблок №4)	8,3	0,36	19,0	77	157	0,78	390	7,5	4,1	3,4
12.01.2015 14:00	Оборотная вода	После градирен с работающего насоса (Водоблок №4)	7,9	1,12	17,0	66	158	1,16		7,3	4,1	3,2
19.01.2015 14:00	Оборотная вода	После градирен с работающего насоса (Водоблок №4)	8,4	0,83	11,0	64	169	1,28	390	6,9	4,1	2,8
26.01.2015 14:00	Оборотная вода	После градирен с работающего насоса (Водоблок №4)	8,5	0,24	15,0	45	152	0,82		7,2	4,1	3,1

2.2 Производственная площадка Новойл, водоблок №1.

Предназначен для подготовки и бесперебойной подачи оборотной воды на технологические установки, термические крекинги ТК-2,3, 21-10/300 (коксовая), СКА, АГФУ – 1.

В комплект водоблока №1 входят: насосная станция; подстанция №16; градирни; нефтеотделители.

Подготовка оборотной воды на водоблоке заключается в очистке от нефтепродуктов, механических примесей, охлаждении. Очистка от содержания в оборотной воде нефтепродуктов и механических примесей производится в промежуточных нефтеотделителях. Для охлаждения горячей воды, поступающей с технологических установок, служат вентиляторные градирни. Подача очищенной и охлажденной воды на технологические установки производится центробежными насосами.

Результаты анализов воды: водоблок № 1

Дата отбора	Продукт	Точка контроля	ПНД Ф 14.1:2:4.5-95 (Нефтепродукты)	ПНД Ф 14.1:2.110-97 (Взвеш. в-ва)	ПНД Ф 14.1:2:3:4.12 1-97 (Водородный)	ПНД Ф 14.1:2:4.111-97 (Хлорид-анион)	ПНД Ф 14.1:2:4.114-97 (Сухой остаток -)	ПНД Ф 14.1:2.98-99 (Карбонатная жесткость)	ПНД Ф 14.1:2.159-2000 (Сульфат-)	ПНД Ф 14.1:2.98-99 (Некарбонатная)
			Массовая концентрация нефтепродуктов, мг/дм ³ не более 25 [мг/дм ³]	Взвешенные вещества, мг/дм ³ не более 25 [мг/дм ³]	Водородный показатель, рН от 7 до 8,5 [рН]	Массовая концентрация хлорид-ионов, мг/дм ³ не более 300 [мг/дм ³]	Массовая концентрация сухого остатка, мг/дм ³ не более 2000 [мг/дм ³]	Жесткость карбонатная, мг-экв/дм ³ не более 5 [мг-экв/дм ³]	Сульфат-анион, мг/дм ³ не более 500 [мг/дм ³]	Жесткость некарбонатная, мг-экв/дм ³ не более 15 [мг-экв/дм ³]
01.01.2015 17:00	Оборотная вода	Водоблок №1	1,34	5,00	7,91	124,07	494,00	5,00	169,68	10,20
11.01.2015 17:00	Оборотная вода	Водоблок №1	1,24	5,00	7,56	85,92	425,00			
13.01.2015 13:29	Оборотная вода	Водоблок №1	2,97							
21.01.2015 17:00	Оборотная вода	Водоблок №1	0,97	7,00	7,59	116,90	416,00			
01.02.2015 17:00	Оборотная вода	Водоблок №1	0,95	11,00	7,44	91,47	440,00	4,00	154,10	4,08

2.3 Производственная площадка УНХ, водоблок №9.

Водоблок №9 предназначен для подготовки и подачи охлажденной воды на установки Гидрокрекинг, АКУ, Водородная, ПСА, Регенерации катализатора, а также для создания потребного напора воды в сети противопожарного водопровода завода во время пожара.

Подготовка оборотной воды на водоблоке заключается в очистке от нефтепродуктов, механических примесей, охлаждении. Очистка от содержания в оборотной воде нефтепродуктов и механических примесей производится в промежуточных нефтеотделителях. Для охлаждения горячей воды, поступающей с технологических установок, служат вентиляторные градирни. Подача очищенной и охлажденной воды на технологические установки производится центробежными насосами.

3. Результаты анализа воды водоблока № 9

№№ п.п.	Фактическое качество воды	Оборотная вода, (min-max)	Подпитка (БОС-очищенные пром. стоки или р. Белая), (min-max)
1	Нефтепродукты, мг/л	4,42-5,8	1,5-3,0
2	Взвешенные вещества, мг/л	12,0-15,0	10,0-18,0
3	Величина рН	5,9-7,5	6,5-7,5
4	Хлориды, мг/л	215-260	215-250
5	Сухой остаток, мг/л	1100-1300	1000-1200
6	Жесткость общая, мг-экв/л	4,8-8,0	4,5-7,0
7	Сульфаты, мг/л	180-350	160-180
8	Жесткость кальциевая, мг-экв/л	4,0-6,0	3,5-5,0
9	Щелочность общая, мг-экв/л	0,6-2,0	0,6-2,0
10	Аммиак (ионы аммония), мг/л	7,0-8,0	анализ не проводится
11	Фосфаты, мг/л	0,1-2,8	0,1-2,5
12	ХПК, мгО ₂ /л	50-150	анализ не проводится
13	БПК, мгО ₂ /л	анализ не проводится	10,0-12,0
14	Железо общее, мг/л	1,5-3,0	1,5-2,0
15	Нитриты, мг/л	0,1*- разовый анализ	анализ не проводится
16	Нитраты, мг/л	100*- разовый анализ	анализ не проводится

3. Проведение лабораторных испытаний.

3.1 Определение защитных свойств ингибиторов коррозии гравиметрическим методом.

Сущность метода:

Метод заключается в определении потери массы металлических образцов за время их пребывания в ингибированной и в не ингибированной средах с последующей оценкой эффективности защитного действия ингибитора коррозии по изменению скорости коррозии. Испытуемыми средами служат ингибированная и не ингибированная вода водооборотного цикла.

Оборудование, реактивы и материалы:

- лабораторная установка (собственность ООО «НПО «Экотехнологии»), данная установка должна обеспечивать в течении времени стабильное поддержание и контроль параметров испытания в соответствии с Программой испытаний.
- кислота соляная
- вода дистиллированная
- эксикатор
- весы лабораторные
- бумага фильтровальная
- пинцет
- стальные купоны
- реагент ECOTECH ING 2210

Подготовка образцов:

Соотношение площади поверхности образца и его массы должны быть возможно большими и способствовать максимальному количеству потерь металла от коррозии. Поверхность образца обезжиривают ацетоном. Степень обезжиривания контролируют по полному смачиванию водой поверхности образца. После обезжиривания последующие операции с образцами необходимо проводиться помощью пинцета или фильтровальной бумаги. Образец активируют и взвешивают с точностью до 0,0001 г.

Фото купонов после активации и взвешивания (перед проведением лабораторных испытаний), представлены на рисунках 1,2,3.

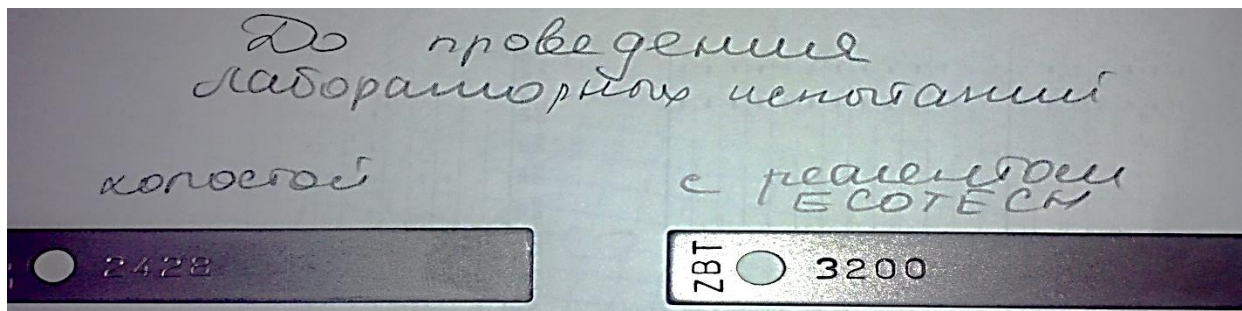


Рисунок 1- Производственная площадка УНПЗ, водоблок №4.

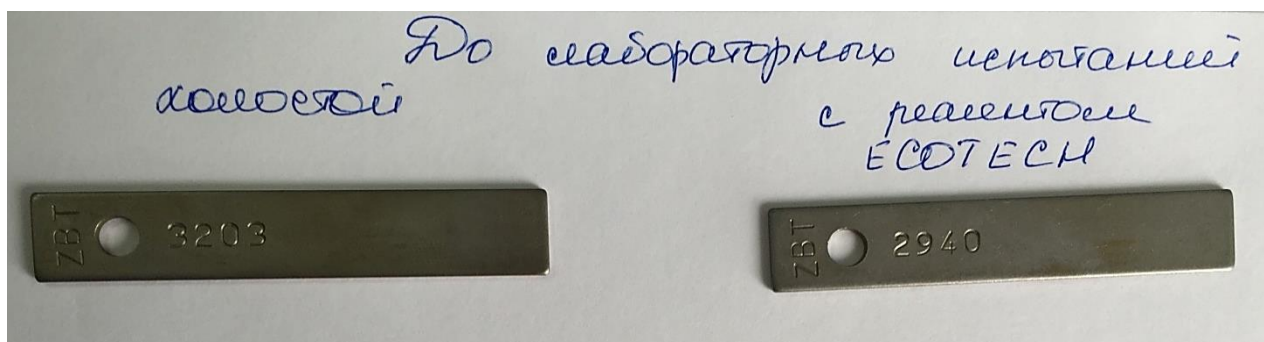


Рисунок 2- Производственная площадка Новойл, водоблок №1.

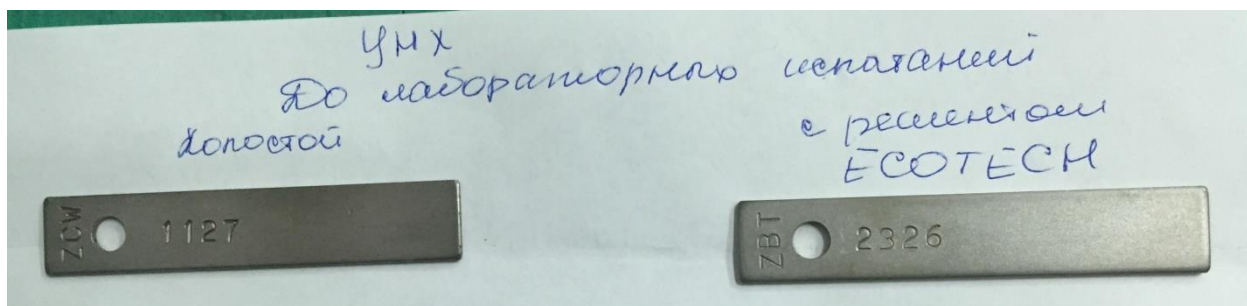


Рисунок 3- Производственная площадка УНХ, водоблок №9.

Среды для испытания:

В лабораторных условиях оценку защитного действия ингибиторов рекомендуется проводить на воде водооборотного цикла без добавления реагента (холостой опыт) и с добавлением реагента (реагент ECOTECH ING 2210).

Порядок проведения гравиметрических испытаний:

Подготовленные образцы помещают в лабораторную установку с испытуемой средой. Образцы жестко закреплены для предохранения от вибрации и обеспечения свободного контакта с испытуемой водой водооборотного цикла. Время испытания ингибированной и не ингибированной среды одинаковое. Сразу после испытания образцы подвергают визуальному осмотру: определяют наличие и цвет продуктов коррозии.

Фото образцов после испытаний представлены на рисунках 4,5,6.

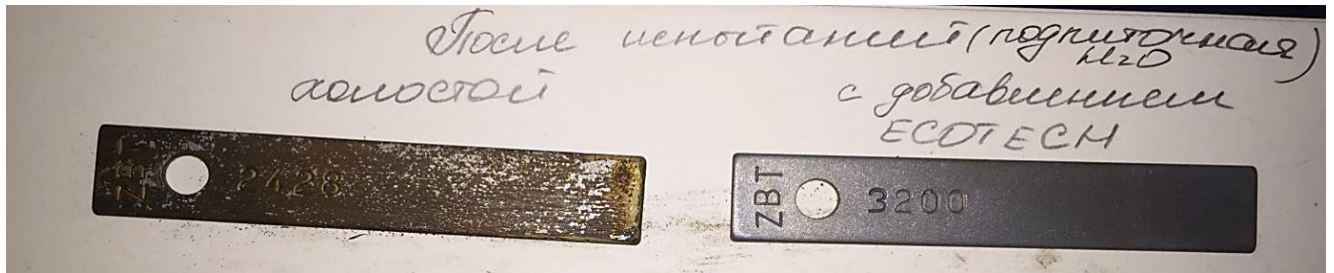


Рисунок 4- Производственная площадка УНПЗ, водоблок №4.

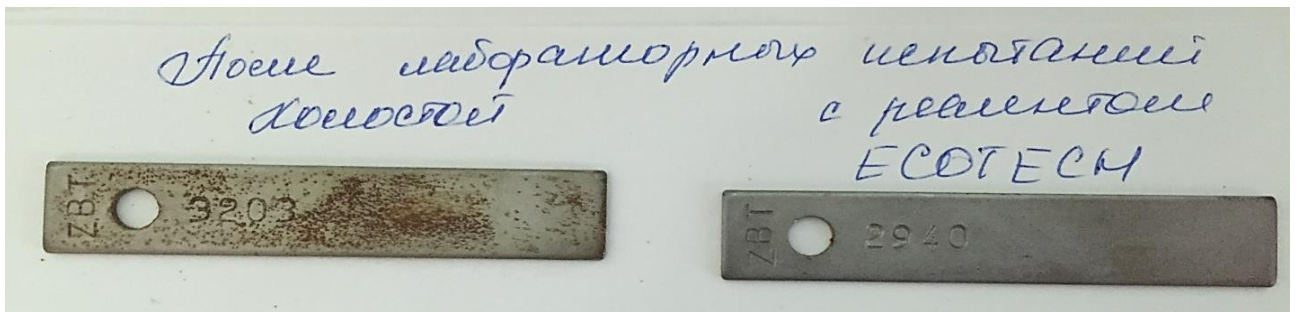


Рисунок 5- Производственная площадка Новойл, водоблок №1.

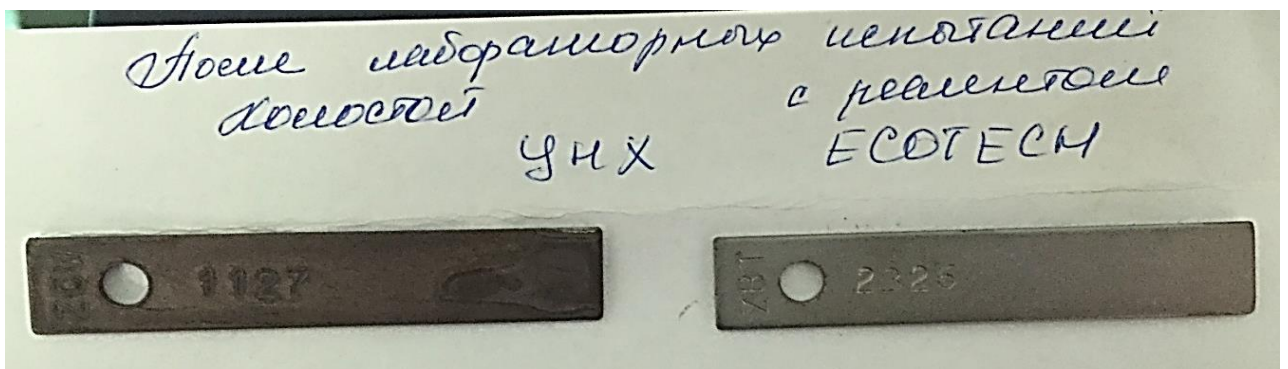


Рисунок 6- Производственная площадка УНХ, водоблок №9.

Обработка результатов и оценка эффективности гравиметрических испытаний.

Скорость коррозии вычисляют по формуле:

$$V_{(\text{кор})} = \Delta_m * k / \tau$$

где:

k - переводной коэффициент учитывающий площадь поверхности и плотность металла купона, равный 24,1188.

τ - время экспозиции в сутках;

Δ_m – потеря массы купона в граммах.

Расчетные данные по скорости коррозии купонов на воде водоблоков производственных площадках УНПЗ, НОВОЙЛ, УНХ представлены в таблицах №№ 1,2,3

**Таблица №1. Расчетные данные скорости коррозии
производственная площадка УНПЗ, водоблок №4.**

Название образца	Вес купона до испытаний	Вес купона после испытаний	Время экспозиции	Концентрация реагента, мг/л	Скорость коррозии, мм/год
Подпиточная вода водоблок №1	9,3152	9,1718	5 часов	Без реагента	0,692
Подпиточная вода и реагент ECOTECH ING	9,2933	9,2774	5 часов	10	0,076

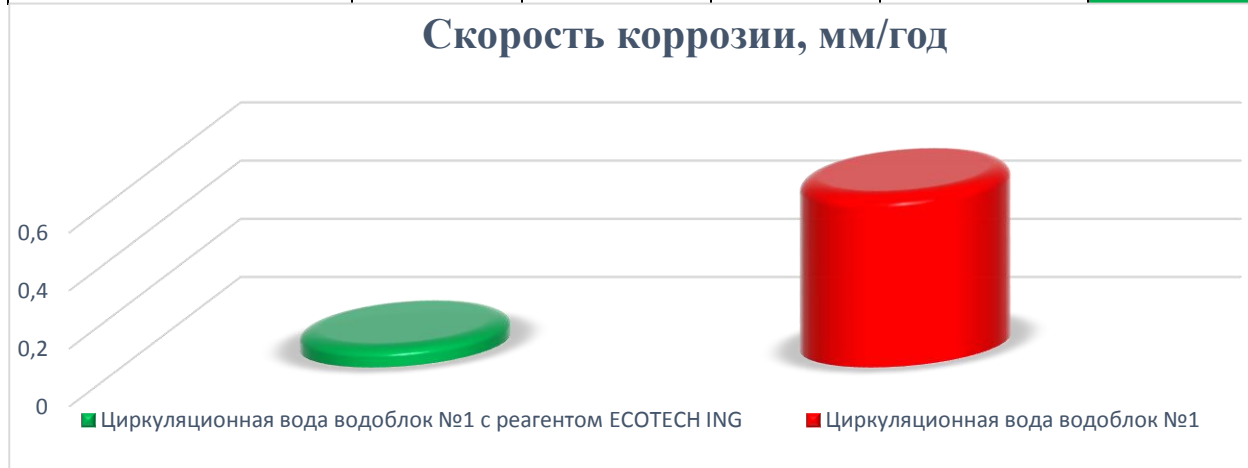


Вывод:

По проведенным лабораторным испытаниям на воде водоблока №4 производственной площадки УНПЗ реагент ECOTECH ING 2210 с дозировкой 10 мг/л снижает скорость коррозии подпиточной воды в 9 раз.

**Таблица №2. Расчетные данные скорости коррозии
производственная площадка Новойл, водоблок №1.**

Название образца	Вес купона до испытаний	Вес купона после испытаний	Время экспозиции	Концентрация реагента, мг/л	Скорость коррозии, мм/год
Циркуляционная вода водоблок №1	9,1568	9,1526	4 часа	Без реагента	0,593
Циркуляционная вода и реагент ECOTECH ING	9,0974	9,0970	4 часа	10	0,068



Вывод:

По проведенным лабораторным испытаниям на воде водоблока №1 производственной площадки Новойл реагент ECOTECH ING 2210 с дозировкой 10 мг/л снижает скорость коррозии циркуляционной воды в 8,7 раза.

**Таблица №3. Расчетные данные скорости коррозии
производственная площадка УНХ, водоблок №9.**

Название образца	Вес купона до испытаний	Вес купона после испытаний	Время экспозиции	Концентрация реагента, мг/л	Скорость коррозии, мм/год
Циркуляционная вода водоблок №1	9,2767	9,2133	2,5 часа	Без реагента	0,612
Циркуляционная вода и реагент ECOTECH ING	9,2840	9,2758	2,5 часа	10	0,079



Вывод:

На воде водоблока №9 производственной площадки УНХ реагент ECOTECH ING 2210 с дозировкой 10 мг/л снижает скорость коррозии циркуляционной воды в 7,7 раза.

3.2 Определение эффективности действия ингибитора солеотложения.

Сущность метода:

Метод заключается в определении содержания ионов кальция в пробе за время термостатирования в ингибированной и в не ингибированной средах с последующей оценкой эффективности защитного действия ингибитора солеотложения по изменению содержания ионов кальция. Испытуемыми средами служат ингибированная и не ингибированная вода водооборотного цикла.

Оборудование, реактивы и материалы:

- плитка электрическая;
- колбы мерные;
- пипетки градуированные, ГОСТ 29227-91;
- цилиндры мерные, ГОСТ 1770-74;
- колбы конические;
- стаканы термостойкие химические;
- трилон Б, ГОСТ 10652-73;
- аммония хлорид, ГОСТ 3773-72;
- аммиак водный концентрированный, ГОСТ 3760-79;
- хром темно-синий.

Среды для испытания:

В лабораторных условиях оценку защитного действия ингибиторов рекомендуется проводить на воде водооборотного цикла без добавления реагента (холостой опыт) и с добавлением реагента (реагент ECOTECH ING 2210).

Порядок проведения лабораторных испытаний:

Производилось упаривание проб $V = 400\text{см}^3$ исходной воды в 2 раза с добавлением 10 мг/л ингибитора солеотложения, упаривание производилось от 2,5 до 8 часов. Эффективность работы ингибиторов оценивалась по индикаторным пластинам площадью, помещенным в объем упаривающейся воды и по количеству ионов Ca^{2+} удержанного химическим реагентом. Для наглядности эксперимента в термостатированные растворы помещают стеклянные пластины. Сразу после испытания образцы подвергают визуальному осмотру. Фото образцов «до» и «после» испытаний представлены на рисунках 7, 8, 9, 10, 11, 12.

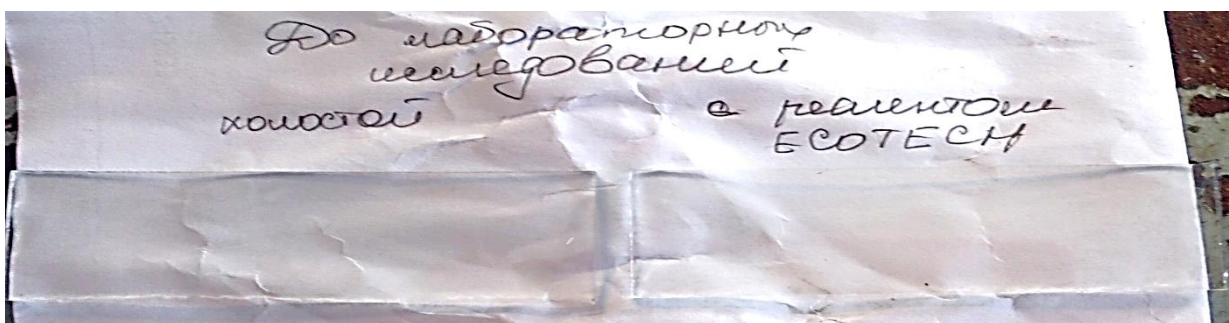


Рисунок 7 – Стеклянные «образцы – свидетели» до лабораторных испытаний. Производственная площадка УНПЗ, водоблок №4.

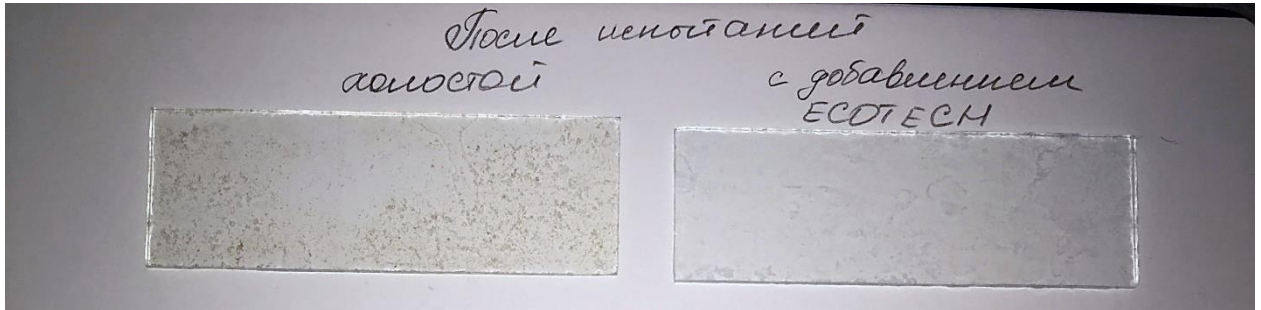


Рисунок 8 - Стекланные «образцы – свидетели» после лабораторных испытаний Производственная площадка УНПЗ, водоблок №4.

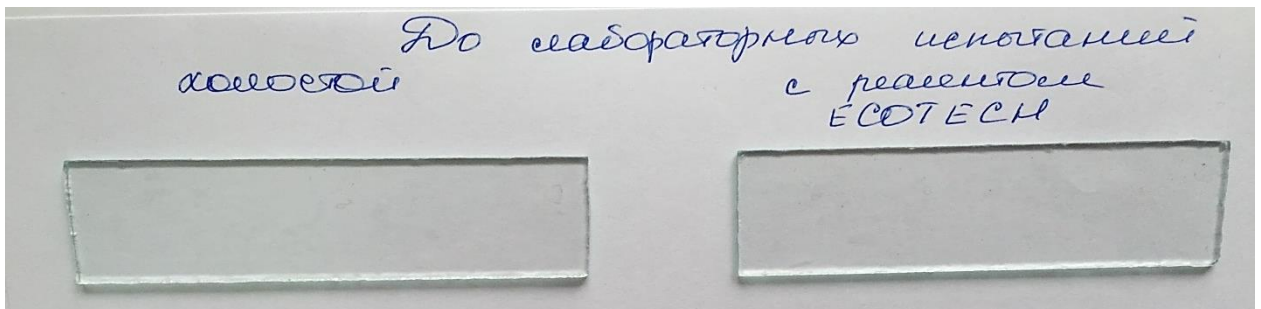


Рисунок 9 - Стекланные «образцы – свидетели» до лабораторных испытаний. Производственная площадка Новойл, водоблок №1.

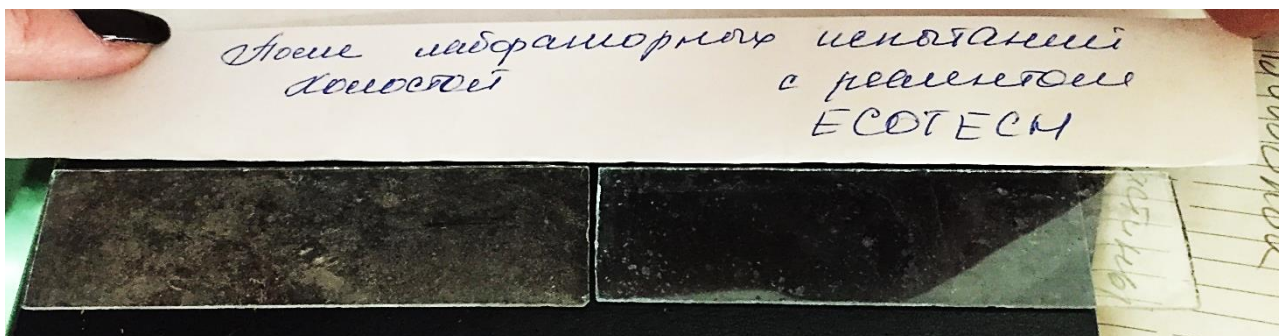


Рисунок 10 - Стекланные «образцы – свидетели» после лабораторных испытаний Производственная площадка Новойл, водоблок №1.

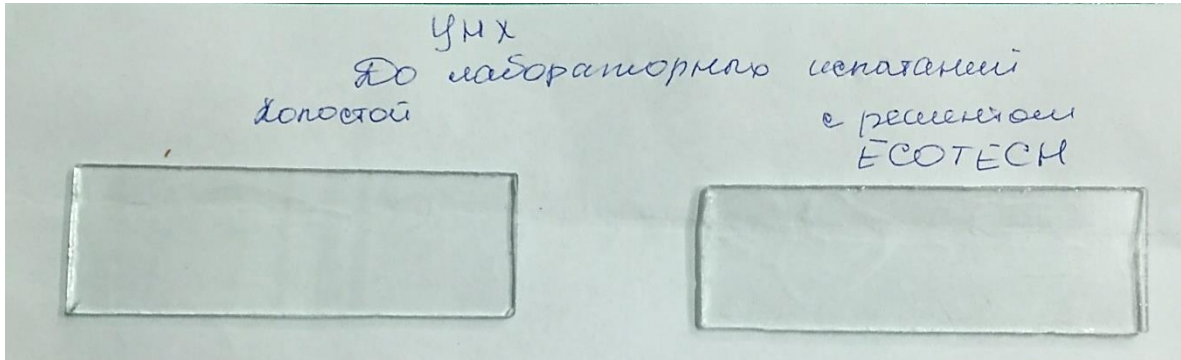


Рисунок 11 - Стекланные «образцы – свидетели» до лабораторных испытаний. Производственная площадка УНХ, водоблок №9.

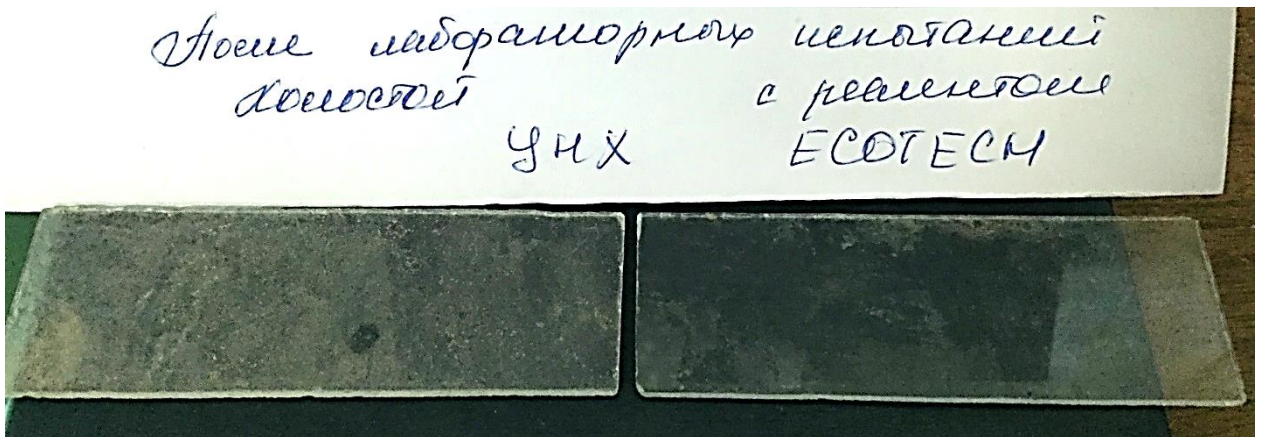


Рисунок 12 - Стекланные «образцы – свидетели» после лабораторных испытаний Производственная площадка УНХ, водоблок №9.

Обработка результатов лабораторных испытаний.

Эффективность действия ингибитора солеотложения ($\text{Э}_{\text{исо}}$, %)

определяют по формуле: $\text{Э}_{\text{исо}} = \frac{C_p - C_x}{C_o - C_x} * 100$, где:

- C_x - содержание ионов кальция в пробе, не содержащий ингибитор, мг/дм³
- C_p – содержание ионов кальция в пробе, содержащий ингибитор, после термостатирования, мг/дм³
- C_o – содержание ионов кальция в исходном растворе, мг/дм³

Расчетные данные эффективности действия ингибитора солеотложения на воде водоблоков производственных площадках УНПЗ, НОВОЙЛ, УНХ представлены в таблицах №№ 4,5,6

Таблица №4. Расчетные данные эффективности ингибитора солеотложения производственная площадка УНПЗ, водоблок №4.

Название образца	Концентрация реагента, мг/л	Исходная жесткость, ммоль/дм ³	Жесткость после упаривания, ммоль/дм ³
Подпиточная вода	Без реагента	7,3	14,6
Подпиточная вода и реагент ECOTECH ING 2210	10		11,3

Жесткость после упаривания, ммоль/дм³



Вывод

Эффективность действия ингибитора солеотложения ECOTECH ING 2210 составляет 45%.

Таблица №5. Расчетные данные эффективности ингибитора солеотложения производственная площадка Новойл, водоблок №1.

Название образца	Концентрация реагента, мг/л	Исходная жесткость, ммоль/дм ³	Жесткость после упаривания, ммоль/дм ³
Циркуляционная вода	Без реагента	5,6	14,8
Циркуляционная вода и реагент ECOTECH ING 2210	10		9,6

Жесткость после упаривания, ммоль/дм³



Вывод:

Эффективность действия ингибитора солеотложения ECOTECH ING 2210 составляет 57% на циркуляционной воде.

Таблица №6. Расчетные данные эффективности ингибитора солеотложения производственная площадка УНХ, водоблок №9.

Название образца	Концентрация реагента, мг/л	Исходная жесткость, ммоль/дм ³	Жесткость после упаривания, ммоль/дм ³
Циркуляционная вода	Без реагента	7,2	15,4
Циркуляционная вода и реагент ECOTECH ING 2210	10		9,6

Жесткость после упаривания, ммоль/дм³



Вывод

Эффективность действия ингибитора солеотложения ECOTECH ING 2210 составляет 70% на циркуляционной воде.

2.3 Определение бактерицидной эффективности химических реагентов.

Сущность метода:

Метод заключается в определении подавления роста и развития бактерий, грибков и простейших, при обработке циркуляционной воды водоблока №1, до и после бактерицидной обработки тестовым методом на питательных средах.

Оборудование, реактивы и материалы:

- стаканы термостойкие химические;
- пипетки градуированные, ГОСТ 29227-91.

Среды для испытания:

В лабораторных условиях оценку защитного действия ингибиторов рекомендуется проводить на воде водооборотного цикла без добавления реагента (холостой опыт) и с добавлением реагента (реагент ECOTECH DB70, ECOTECH NB80).

Порядок проведения лабораторных испытаний:

Перед применением биотестов проверяется дата окончания срока годности. Визуально проверяется цвет биотестов (прозрачная и ровно нанесенная питательная среда на пластину свидетельствует о его пригодности к применению, а желтый цвет свидетельствует о его неработоспособности)

Анализ жидкости.

Необходимо снять крышку и извлечь совмещенную с крышкой пластину с питательной средой. (Не прикасаясь к питательной среде!). Погрузите пластину в анализируемую пробу воды с добавлением реагента ингибитора

биообрастания линейки ECOTECH и анализируемую пробу воды водоблока без добавления реагентов. Дать излишкам жидкости стечь в течение нескольких секунд и снова установить пластину в пробирку, плотно закрыть, нанести необходимую маркировку и поставьте на инкубацию.

Обработка результатов лабораторных испытаний.

Сравнивается Дип-слайд после инкубации с приведенными схемами и зафиксирован результат по наиболее похожему рисунку. Данные по жидкостям откалиброваны в колониеобразующих единицах (КОЕ) на миллилитр. Данные по поверхностям откалиброваны в КОЕ на квадратный сантиметр. Бактерии сравниваются по схеме рисунку 13.

Жидкости, КОЕ/мл

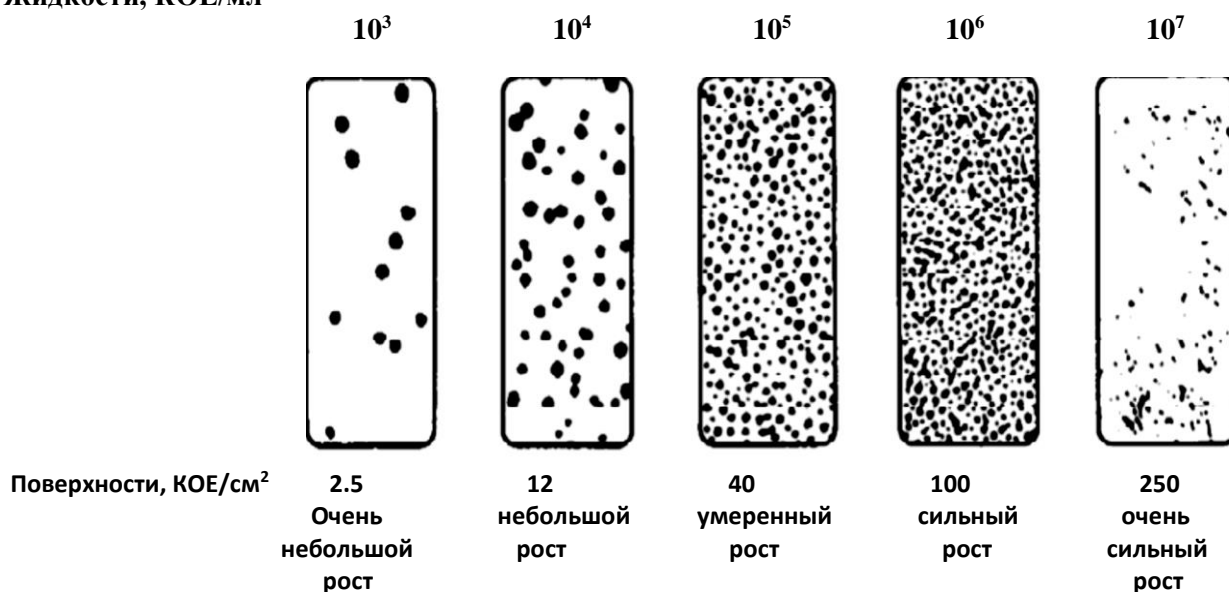


Рисунок 13- Сравнительная схема учета роста бактерий.

Результаты проведения лабораторных испытаний по определению эффективности бактерицидной обработки представлены на рисунках 14,15,16 и в таблицах 7,8,9

Производственная площадка УНПЗ



Рисунок 14 – Дип-слайд после обработки воды водоблока №4 реагентами ECOTECH

Таблица 7 – Результаты лабораторных испытаний ингибиторов биообрастания ECOTECH DB70 и ECOTECH NB80. Производственная площадка УНПЗ.

Образцы	Рабочие концентрации, биоцида мг/л.	ОМЧ, КОЕ/мл
Вода без реагента	-	10^6
Вода + ECOTECH DB70	60 мг/л	$<10^3$
Вода + ECOTECH NB80	60 мг/л	10^3

ОМЧ, КОЕ/мл



Производственная площадка Новойл.

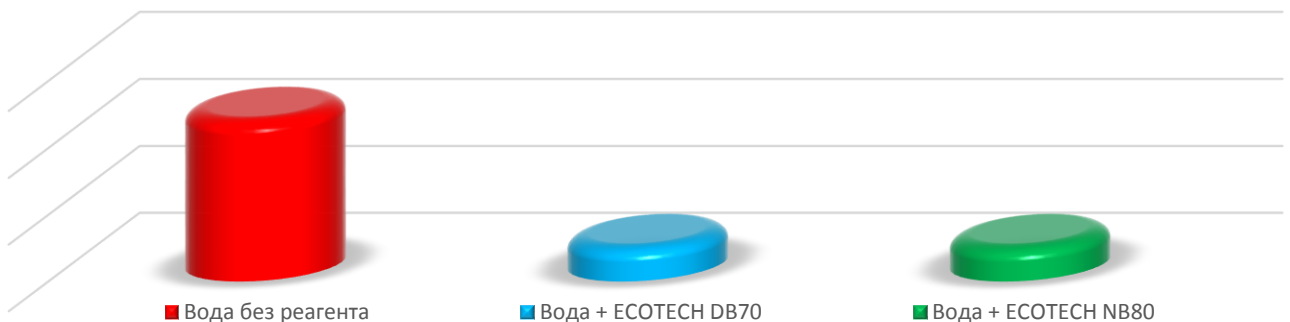


Рисунок 15 – Дип-слайд после обработки воды водоблока №1 реагентами ECOTECH.

Таблица 8- Результаты лабораторных испытаний ингибиторов биообрастания ECOTECH DB70 и ECOTECH NB80. Производственная площадка Новойл.

Образцы	Рабочие концентрации, бицида мг/л.	ОМЧ, КОЕ/мл
Вода без реагента	-	$10^5 - 10^6$
Вода + ECOTECH DB70	60 мг/л	$<10^2$
Вода + ECOTECH NB80	60 мг/л	$<10^2$

ОМЧ, КОЕ/мл



Производственная площадка УНХ.

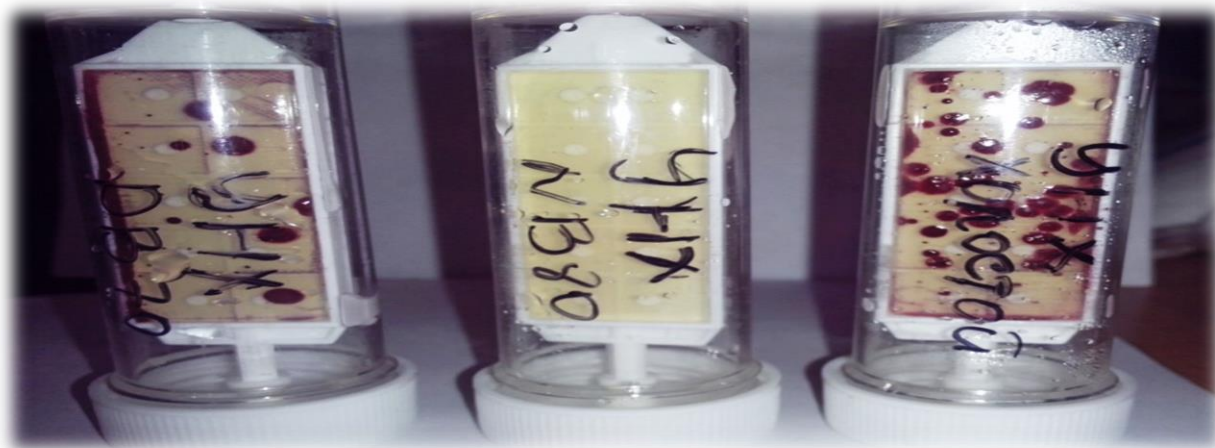


Рисунок 16 – Дип-слайд после обработки воды водоблока №9 реагентами

Таблица 9- Результаты лабораторных испытаний ингибиторов биообрастания ECOTECH DB70 и ECOTECH NB80. Производственная площадка УНХ.

Образцы	Рабочие концентрации, биоцида мг/л.	ОМЧ, КОЕ/мл
Вода без реагента	-	10^6
Вода + ECOTECH DB70	60 мг/л	$<10^2$
Вода + ECOTECH NB80	60 мг/л	$<10^2$



Вывод:

Биоциды ECOTECH DB70 и ECOTECH NB80 существенно снижают микробиологическое загрязнение воды водооборотных циклов ОАО АНК «Башнефть».

Выводы:

Результаты проведенных лабораторных испытаний реагентной обработки охлаждающей воды систем оборотного водоснабжения ОАО АНК «Башнефть» по технологии ECOTECH компании ООО «НПО «Экотехнологии» подтверждают обеспечение ингибирования коррозии, солеотложений и контроля над микробиологическими загрязнениями.

Обеспечение защиты систем оборотного водоснабжения и основного оборудования производств по вышеуказанным направлениям (коррозия, солеотложения и биообрастания) позволит:

1. снизить затраты на замену и ремонт дорогостоящего теплообменного оборудования,
2. снизить затраты на электроэнергию (в среднем составляет 70-80% эксплуатационных затрат),
3. сократить расходы подпиточной воды и стоков за счет повышения коэффициента упаривания систем, что возможно в случае предотвращения загрязнения теплообменного оборудования.

Для оценки экономической эффективности реагентной обработки систем оборотного водоснабжения по технологии ECOTECH предлагается проведение опытно-промышленных испытаний на водоблоках.