

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ ИНГИБИТОРОВ ОТ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ И
КОРРОЗИИ ДЛЯ ВОДООБОРОТНЫХ СИСТЕМ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

доктор философии по техническим наукам (PhD), доцент **Гулчехра Рашидходжаевна Рихсиджаева**, доктор технических наук (DSc), профессор **Абдумалик Набиевич Ризаев**, доктор философии по техническим наукам (PhD), старший преподаватель **Нагима Турдибаевна Худайберганова**

Ташкентский государственный транспортный университет

Аннотация. В этой статье рассматривается влияние воды в оборотных трубопроводных системах и защита металла от накопления солей и коррозии. Ингибиторы различного состава применяются для длительной эксплуатации оборудования и трубопроводов. К ингибиторам, применяемым в системах оборотного водоснабжения нефтегазовой отрасли, предъявляются особые требования. Для выполнения требования необходима разработка ингибитора коррозии и солеотложения из местного сырья для систем оборотного водоснабжения нефтеперерабатывающих заводов, что является одной из актуальных задач, требующих решения.

Ключевые слова: коррозия, солеотложения, ингибитор, оборотная водоснабжения, ОЭДФК, Феномин-95Т.

**EFFECTIVENESS OF INHIBITORS AGAINST SCALE DEPOSITION AND
CORROSION FOR WATER SYSTEMS OF THE OIL REFINING INDUSTRY**

Abstract. This article examines the effect of water in circulating pipeline systems and the protection of metal from salt accumulation and corrosion. Inhibitors of various compositions are used for long-term operation of equipment and pipelines. Special requirements are imposed on inhibitors used in recycling water supply systems in the oil and gas industry. To fulfill the requirement, it is necessary to develop an inhibitor of corrosion and salt deposition from local raw materials for recycling water supply systems of oil refineries, which is one of the urgent tasks that need to be solved.

Keywords: corrosion, salt deposition, inhibitor, circulating water supply, EDFC, Phenomenon-95T.

**NEFTNI KAYTALASH SANOATI SUV TIZIMLARI UCHUN QO'RSHIB KO'KMAS
VA KORROZIYONGA QARSHI INGIBITORLARNING SAMARALI.**

Annotatsiya. Ushbu maqolada aylanma quvur tizimidagi suvning ta'siri va metallni tuz to'planishi va korroziyadan himoya qilish ko'rib chiqiladi. Uskuna va quvurlar uzoq muddatli ishlashi uchun turli xil tarkibdagi ingibitorlar qo'llaniladi. Neft va gaz sanoatining aylanma suv ta'minoti tizimlarida qo'llaniladigan ingibitorlar uchun maxsus talablar mavjud. Talabni bajarish uchun neftni qayta ishlash zavodlarining aylanma suv tizimlari uchun mahalliy xomashyodan korroziya va tuz to'planishiga qarshi ingibitorni ishlab chiqish kerak, bu dolzarb muammolardan biri bo'lib, uni hal qilishni talab qiladi.

Kalit so'zlari: korroziya, tuz to'planishis, aylanma suv ta'minoti, OEDFK, Fenomin-95T.

В мировом масштабе особое внимание уделяется разработке новых композиций ингибиторов солеотложения и коррозии с полифункциональными свойствами, снижению их расхода при использовании защиты от коррозии водооборотных систем. Большое внимание уделяется на научные исследование, посвященному снижению солеотложений и коррозии в водооборотных системах. Поэтому разработка современных методов защиты от коррозии водооборотных систем нефтеперерабатывающих предприятий является одной из актуальных проблемой и требует своего решения.

На сегодняшней день в Узбекистане достигнуты определенные теоретические и практические результаты по разработке новых высокоэффективных ингибиторов солеотложения и коррозии и их композиции на основе местного сырья, технологий защиты водооборотных систем с их использованием. Разработаны и освоены нетрадиционные способы интенсификации процессов защиты от солеотложения и коррозии.

Защита оборудования и трубопроводов от коррозии и коррозионно-механического разрушения может быть осуществлено различными путями: применением ингибиторов коррозии, защитных футеровок, электрохимической защиты, технологических методов, коррозионно-стойких материалов.

Из перечисленных методов наиболее эффективным и перспективным является применение ингибиторов [1; 2]. Этот метод имеет следующие преимущества: 1) ввод в систему без нарушения технологического процесса практически в любом месте; 2) при малых капитальных затратах позволяет снизить количество аварий; 3) в большинстве случаев является наиболее экономичным способом защиты, позволяя использовать обычные углеродистые стали.

К ингибиторам для нефтегазовой промышленности предъявляются особые требования. Наряду с основным назначением, ингибиторы должны иметь низкие защитные концентрации, быть нетоксичными, не загрязнять окружающую среду. На практике существует мало ингибиторов, удовлетворяющих одновременно все перечисленные требования. Номенклатура ингибиторов, применяемых в нефтегазовой промышленности, невелика. Используются высокомолекулярные органические вещества, содержащие гетероатомы азота, серы, кислорода, фосфора, которые являются адсорбционно-активными центрами чаще используется азотсодержащие вещества. Используют и ингибиторы на основе минеральных, неорганических соединений [3].

Необходимость широкого применения дешевых и эффективных ингибиторов ставит перед исследователями задачу получения их на базе крупнотоннажных отходов или полупродуктов химических и нефтехимических производств. Известны примеры такого подхода. Так, ингибиторы серии ИКИХП - отходы нефтедобывающего производства. По механизму воздействия они являются ингибиторами смешанного- катодно-анодного типа, с преимущественным торможением анодного процесса.

Из производимых из аналогичного сырья ингибиторов следует и ряд других препаратов. Так, Мунсор-3 обеспечивает защиту от коррозии стали Ст3 в модельном растворе сточной воды, насыщенном углекислым газом. СНПХ-43Р также рекомендован для защиты углеродистой стали в минерализованных водных средах.

В качестве ингибитора коррозии для нефтегазодобывающей промышленности предлагаются отходы и полупродукты производства капролактама (ингибитор коррозии КРЦ-3). Ингибитор Донбасс-1 является, отходом коксохимической промышленности. Нитрованные масла -

отход химического производства. Изготавливаемый из последних-ингибитор Минкор-3 в минерализованной воде обеспечивает степень защиты конструкционных сталей 80-95 % при солесодержании до 200 г/л, в присутствии кислорода. Другой пример - использование отхода химического производства "Азот". Производимые из него ингибиторы: пленкообразующий НИИФОХ и водорастворимый РГУ-1. Из аналогичных отходов предложено получать ингибиторы для защиты стального нефтегазового оборудования в 2-х фазных сероводородсодержащих средах от коррозии и от солеотложения.

Классифицируют ингибиторы и по классу используемых для их производства химических соединений. Большую группу образуют ингибиторы коррозии стали на основе производных пиридина. Так, ингибиторы И-1-А, И-1-В, И-3-А, И-3-Д, "Север" представляют собой смесь алкилпиридинов, получаемых конденсацией паральдегида с аммиаком.

Многие из запатентованных ингибиторов сероводородной коррозии представляют собой соединения на основе органических аминов, например, алифатических аминов. Исследована ингибирующая способность этиламина при изменении состояния поверхности стали. Показано, что защитное действие четвертичных аммониевых солей алифатических аминов в сероводородной среде зависит от строения исходного амина. Исходные амины получают аммонолизом первичных спиртов, от бутилового до нонилового. Высказаны соображения о влиянии их строения на степень торможения коррозии [4].

Для исследования механизма ингибирования применяют электрохимические методы. Многие органические преимущественно тормозят анодную составляющую процесса растворения стали. Такие ингибиторы эффективней тем, чем в большей степени проявляют они одновременно блокирующий и энергетический эффекты торможения коррозии. Показано, что ингибиторы на основе производных пиридина с электрофильными заместителями адсорбируются на металл физически, а с неэлектрофильными - специфически или химически. Установлено, что в ароматическом амине введение больших нуклеофильных заместителей в метаположение к реакционному центру приводит к усилению эффективности ингибирования, что связывают с адсорбцией их молекул на поверхности стали [5].

Подводя итог, можно утверждать, что, во-первых, ингибирование коррозии титановых пластин теплообменников в системе очистки ФНПЗ является наиболее оптимальным способом борьбы с коррозией и солеотложения. Вот почему разработка, создание и внедрение полифункциональных композиций, способных обеспечить в отношении системы очистки титановых пластин теплообменников ФНПЗ, направленное на защиту от коррозии и солеотложения, а также биообрастания, недорогих, на основе местного сырья или отходов, а потому экономически целесообразных, является актуальной задачей.

В обратном водоснабжении ФНПЗ система подачи воды и очищающего раствора изготовлена из углеродистой стали и чугуна. Агрессивными ионами в используемой воде можно считать сульфат- и хлорид-ионы. Кроме того, предполагаемый ингибитор коррозии и солеотложения может в своем составе дополнительно содержать различные ионы. Поэтому подбор композиции для защиты системы подачи очищающего раствора предполагалось проводить в воде, содержащей сульфат-, хлорид- и нитрат-ионы [7].

В воде и нейтральных водных растворах, согласно результатам проведенного литературного и патентного поиска по ингибиторной защите, в качестве ингибитора

(замедлителя) коррозии стали и чугуна в настоящее время широко используются такие неорганические соединения, как хроматы, фосфаты, амины, нитриты, силикаты, соли органической кислоты - бензоаты и другие. Именно с использованием некоторых из них будет направлено наше внимание для решения поставленных задач.

В нефтеперерабатывающих производствах вода применяется как технологическое сырье и как теплоноситель, т.е. для охлаждения и нагревания аппаратуры, в том числе для очистки и охлаждения продуктов переработки нефти.

Результаты проведенного мониторинга вод используемых во внутреннем водоснабжении ФНПЗ и БНПЗ, показали о наличие процессов коррозии и солеотложений, что негативно влияют на эффективность работы теплообменного оборудования и чтобы избежать этой проблемы на заводе используется импортный ингибитор коррозии и солеотложений «ОЭДФК» и «Фенамина-95Т».

Проведенный анализ научно-технической литературы и исходных данных ФНПЗ и БНПЗ, по анализу вод систем водоснабжения, позволило нам целенаправленно подойти к решению вопроса подбора новых ингибиторов коррозии и солеотложение для систем водоснабжения ФНПЗ и БНПЗ.

Были проведены промышленные испытания новых составов ингибиторов коррозии и солеотложения в охлаждающей воде, используемой в системе оборотного водоснабжения ФНПЗ и БНПЗ.

Результаты проведенных исследований по степени защиты от коррозии при использовании разработанных ингибиторов солеотложения представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Сравнительная эффективность ингибирования коррозии реагентами «Фенамин-95Т», «ИОНХ-1», «ГПУЦ» оборотной охлаждающей воды внутреннего водоснабжения БНПЗ и ингибирования солеотложения по методике термостатированные в модельном растворе

| № п/п | Название образца | Скорость коррозии, г/м ² ·ч | Степень защиты от коррозии, % | Эффективность ингибирования солеотложений, (Э _{исо}), % |
|-------|------------------|--|-------------------------------|---|
| 1 | без ингибитора | - | - | |
| 2 | Фенамин - 95Т | 0,13625 | 0 | 47,4 |
| 3 | ИОНХ-1 | 0,383 | 34,3 | 84,2 |
| 4 | ГПУЦ | 0,00146 | 97,5 | 73,7 |

Также была проведена промышленные испытания новых составов ингибиторов коррозии и солеотложений в воде оборотного водоснабжения ФНПЗ.

Испытывались ингибиторы коррозии и солеотложений ГПМЦ, ИОНХ-1 в сравнение с импортным ингибитором солеотложений ОЭДФК (оксиэтилиден-дифосфоновая кислота). С использованием метода на приборе ИСО-1 по солеотложению, а для определения степени ингибирования коррозии использовали гравиметрический метод. Полученные результаты приведены в таблице 2 [6].

Таблица 2.

Сравнительная эффективность ингибирования солеотложения реагентами «ГПМЦ», «ИОНХ-1» и «ОЭДФК» на приборе ИСО-1 и эффективность ингибирования коррозии

| № | Растворы | Скорость коррозии V_k , г/м ² ·час | Степень защиты, (Z) от коррозии, % | Эффективность ингибирования солеотложений, % |
|---|----------------|---|------------------------------------|--|
| 1 | без ингибитора | - | - | - |
| 2 | ИОНХ-1 | 0,0000083722 | 59,25 | 89,41 |
| 3 | ГПМЦ | 0,0000064287 | 68,71 | 91,76 |
| 4 | ОЭДФК | 0,0000245186 | 0 | 94,11 |

Как свидетельствуют (таблица-1) проведенные исследования разработанные ингибиторы солеотложение более эффективны по ингибирующей способности коррозии относительно Фенамин-95Т. Наибольшую активность по ингибирующей способности к коррозии проявляет ГПУЦ – 97,5%, а по ингибированию солеотложения составляет 73,7%.

Полученными результатами (таблица-2) проведенных исследований в таблице наиболее эффективен по ингибированию коррозии и солеотложению в оборотных водах ФНПЗ используемых для отложения теплообменного оборудования препарат ГПМЦ, которые имеют степень защиты от коррозии 68,71%, а по эффективности ингибирования солеотложения 91,76% и рекомендуются для промышленных испытаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. В.И.Федорченко. Коррозия металлов: учебное пособие – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2009. – 127 с.
2. Сталинский Д.В. Эффективные системы водоснабжения, очистки промышленных и хозяйственно-бытовых стоков [Текст]/Д.В. Сталинский, С.И. Эпштейн, З.С. Музыкаина // Экология и промышленность. – 2012. – № 4. – С. 4–9.
3. Медведева М.Л., Мурадов А.В., Прыгаев А.К. Коррозия и защита магистральных трубопроводов и резервуаров: Учебное пособие для вузов нефтегазового профиля. - М.: Издательский центр РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2013. - 250 с. ISBN 978-5-91961-104-2.
4. А.В.Абутков, И.Ф.Садретдинов, А.С.Алябьев, А.К.Арсланов. Синтез производных 1,2-имидазолина-активной основы ингибиторов коррозии. Комплексный подход к анализу имидазолина на примере полученных соединений. / Прикладные и академические исследования. 2012, том 10, №1. с.180-184.
5. Л.С.Козлова, С.В.Сибилева, Д.В.Чесноков, А.Е.Кутырев. ИНГИБИТОРЫ КОРРОЗИИ (обзор). / Авиационные материалы и технологии. №2. 2015. С.67-75.
6. Rikhsikhodjayeva G.R., Rizayev A.N. Corrosion resistance of structural materials in recycled water. \ Materials of the XVI international scientific and practical conference Science without borders - 2020, March 30 - April 7, 2020: Sheffield. Science and education LTD. 167-169 с.
7. Рихсиходжаева Г.Р., А.Н. Ризаев, Б.Н. Хамидов. Повышение эффективности работы теплообменного оборудования с использованием ингибиторов коррозии и солеотложений. \ Materiály XVI mezinárodní vědecko-praktická conference, Dny vědy, 27 března – 05 dubna 2020 r. Praha Publishing House “Education and Science” 2020. 64-67 с.
8. Рихсиходжаева Г.Р., Ризаев А.Н., Ганиева С.Х. Влияние состава охлаждающей воды на коррозию, солеотложения и эффективность работы теплообменного оборудования. \ Меъморчилик ва курилиш муаммолари, илмий-техник журналы, №2, Самарқанд-2018, 85-87 с.