

Объединение независимых экспертов в области минеральных ресурсов,  
металлургии и химической промышленности



исследовательская группа

[www.infomine.ru](http://www.infomine.ru)

# Обзор рынка ингибиторов коррозии в России

2 издание

Москва  
август, 2023

## Демонстрационная версия

С условиями приобретения полной версии отчета можно ознакомиться на странице сайта по адресу: <http://www.infomine.ru/research/28/588>

Общее количество страниц: 89 стр.

Стоимость отчета различных комплектаций поставки:

- 1. Базовая** - файл формата PDF - 72 тыс.рублей
- 2. Расширенная** - файлы формата PDF + Word - 78 тыс.рублей
- 3. Пользовательская** - файлы формата PDF + Word + первичные базы в Excel - 84 тыс.рублей
- 4. Представительская** - файлы формата PDF + Word + первичные базы в Excel + 2 экз. печатной версии подписанных, прошитых, с подписью генерального директора и скрепленных печатью компании - 89 тыс.рублей
- 5. Максимальная** - файлы формата PDF + Word + первичные базы в Excel + 2 экз. печатной версии подписанных, прошитых, с подписью генерального директора и скрепленных печатью компании + презентация, изготовленная на основании данных отчета в .ppt - 109 тыс.рублей

Этот отчет был подготовлен экспертами ООО «ИГ «Инфомайн» исключительно в целях информации. Содержащаяся в настоящем отчете информация была получена из источников, которые, по мнению экспертов Инфомайн, являются надежными, однако Инфомайн не гарантирует точности и полноты информации для любых целей. Инфомайн приложил все возможные усилия, чтобы проверить достоверность имеющихся сведений, показателей и информации, содержащихся в исследовании, однако клиенту следует учитывать наличие неустраняемых сложностей в процессе получения информации, зачастую касающейся непрозрачных и закрытых коммерческих операций на рынке. Исследование может содержать данные и информацию, которые основаны на различных предположениях, некоторые из которых могут быть неточными или неполными в силу наличия изменяющихся и неопределенных событий и факторов. Кроме того, в ряде случаев из-за погрешности при округлении, различий в определениях, терминах и их толкованиях, а также использования большого числа источников, данные могут показаться противоречивыми. Инфомайн предпринял все меры для того, чтобы не допустить очевидных несоответствий, но некоторые из них могут сохраняться.

Информация, представленная в этом отчете, не должна быть истолкована, прямо или косвенно, как информация, содержащая рекомендации по инвестициям. Все мнения и оценки, содержащиеся в настоящем материале, отражают мнение авторов на день публикации и подлежат изменению без предупреждения. Инфомайн не проводит какую-либо последующую работу по обновлению, дополнению и изменению содержания исследования и проверке точности данных, содержащихся в нем. Инфомайн не несет ответственность за какие-либо убытки или ущерб, возникшие в результате использования любой третьей стороной информации, содержащейся в настоящем отчете, включая опубликованные мнения или заключения, а также последствия, вызванные неполнотой представленной информации.

Этот документ или любая его часть не может распространяться без письменного разрешения Инфомайн либо тиражироваться любыми способами. Заказчик имеет право проводить аудит (экспертизу) исследований рынков, полученных от Исполнителя только в компаниях, имеющих членство ассоциации промышленных маркетологов ПРОММАР (<http://www.prommar.ru>) или силами экспертно-сертификационного совета ассоциации ПРОММАР. В других случаях отправка исследований на аудит или экспертизу третьим лицам считается нарушением авторских прав.

Copyright © ООО «ИГ «Инфомайн».

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АННОТАЦИЯ .....</b>	<b>7</b>
<b>1. Общие сведения об ингибиторах коррозии. Требования к качеству ингибиторов коррозии. ....</b>	<b>9</b>
<b>2. Производство ингибиторов коррозии в РФ в 2015-2022 гг. ....</b>	<b>17</b>
2.1. Динамика производства ингибиторов коррозии в 2015-2022 гг. ....	17
2.2. Крупнейшие производители ингибиторов коррозии .....	20
ОАО «Котласский химический завод» (Архангельская обл.) .....	20
ООО «Урусинский химический завод» (Татарстан) .....	27
ООО «Промхимсервис» (г. Стерлитамак, Башкортостан) .....	29
ООО «Козалымский завод химреагентов» (ХМАО) .....	31
АО «Опытный завод Нефтехим» (г. Уфа, Башкортостан) .....	34
АО «НИИнефтепромхим» (г. Казань, Татарстан) .....	37
ООО «Миррико» (г. Казань, Татарстан) .....	40
АО «Напор» (г. Казань, Татарстан) .....	43
<b>3. Внешнеторговые операции с ингибиторами коррозии в России в 2015-2022 гг. ....</b>	<b>46</b>
3.1. Экспорт ингибиторов коррозии в 2015-2022 гг. ....	47
3.2. Импорт ингибиторов коррозии в 2015-2022 гг. ....	52
<b>4. Ценовой анализ ингибиторов коррозии в 2015-2022 гг. ....</b>	<b>58</b>
<b>5. Потребление ингибиторов коррозии в России .....</b>	<b>61</b>
5.1. Баланс производства-потребления ингибиторов коррозии в России в 2015-2022 гг. ....	61
5.2. Структура потребления ингибиторов коррозии в 2022 г. ....	62
5.3. Крупнейшие потребители ингибиторов коррозии. ....	63
ПАО НК «Роснефть» .....	69
ПАО «Лукойл» .....	75
ПАО «Сургутнефтегаз» .....	77
ПАО «Газпром Нефть» .....	79
<b>6. Прогноз развития рынка ингибиторов коррозии до 2030 г. ....</b>	<b>82</b>
6.1. Современное состояние и прогноз развития нефтедобывающей отрасли	82
6.2. Прогноз потребления ингибиторов коррозии .....	86
<b>Приложение. Адреса предприятий-производителей ингибиторов коррозии в России .....</b>	<b>88</b>

## Список таблиц

- Таблица 1. Объемы производства ингибиторов коррозии в России в 2015-2022 гг., тыс. т
- Таблица 2. Объемы поставок ингибиторов производства ОАО «Котласский химический завод» по железной дороге в 2015-2022 гг., т
- Таблица 3. Финансовые показатели ОАО «Котласский химический завод» в 2015-2021 гг., млн руб.
- Таблица 4. Объемы поставок ингибиторов производства ООО «Уруссинский химический завод» по железной дороге в 2015-2022 гг., т
- Таблица 5. Финансовые показатели ООО «Уруссинский химический завод» в 2014-2022 гг., млн руб.
- Таблица 6. Объемы поставок ингибиторов производства ООО «Промхимсервис» по железной дороге в 2015-2022 гг., т
- Таблица 7. Финансовые показатели ООО «Промхимсервис» в 2015-2022 гг., млн руб.
- Таблица 8. Объемы поставок ингибиторов производства ООО «Когалымский завод химреагентов» по железной дороге в 2015-2022 гг., т
- Таблица 9. Объемы поставок ингибиторов производства АО «Опытный завод Нефтехим»\* по железной дороге в 2015-2022 гг., т
- Таблица 10. Финансовые показатели АО «ОЗНХ» в 2014-2022 гг., млн руб.
- Таблица 11. Технические характеристики ингибиторов коррозии производства ОАО «НИИнефтепромхим»
- Таблица 12. Объемы производства присадок к нефти АО «НИИнефтепромхим» в 2013-2017 гг., т
- Таблица 13. Финансовые показатели АО «НИИнефтепромхим» в 2015-2022 гг., млн руб.
- Таблица 14. Объемы поставок ингибиторов производства ООО «Миррико» по железной дороге в 2015-2022 гг., т
- Таблица 15. Финансовые показатели ООО «Миррико» в 2014-2022 гг., млн руб.
- Таблица 16. Финансовые показатели АО «Напор» в 2014-2022 гг., млн руб.
- Таблица 17. Объемы экспорта ингибиторов коррозии в России в 2015-2022 гг. по направлениям, т
- Таблица 18. Объемы поставок ингибиторов коррозии основных российских экспортеров в 2015-2022 гг., т
- Таблица 19. Основные потребители экспортируемых ингибиторов коррозии в 2015-2022 гг., т
- Таблица 20. Объемы экспорта ингибиторов коррозии в 2016-2022 гг. по маркам\*, т
- Таблица 21. Объемы импорта ингибиторов коррозии в Россию в 2015-2022 гг. по направлениям, т
- Таблица 22. Основные поставщики ингибиторов коррозии в Россию в 2016-2022 гг., т
- Таблица 23. Объемы импортных поставок ингибиторов коррозии основным российским получателям в 2016-2022 гг., т
- Таблица 24. Объемы импорта ингибиторов коррозии в 2016-2022 гг. по маркам, т

- Таблица 25. Импортные цены на ингибиторы коррозии по маркам и поставщикам в 2015-2022 гг., \$/т
- Таблица 26. Цены российских производителей на ингибиторы коррозии в 2016-2021 гг., тыс. руб./т
- Таблица 27. Баланс производства-потребления ингибиторов коррозии в России в 2015-2022 гг., тыс. т, %
- Таблица 28. Основные получатели ингибиторов коррозии в 2015-2022 гг., т
- Таблица 29. Объемы закупок ингибиторов коррозии российскими компаниями в 2015-2022 гг. по данным открытых торгов, т, тыс. руб.
- Таблица 30. Потребление ингибиторов коррозии предприятиями ПАО НК «Роснефть» в 2017 г., т
- Таблица 31. Закупки ингибиторов коррозии ПАО НК «Роснефть» по поставщикам в 2016-2017 г., т
- Таблица 32. Объемы поставок ингибиторов коррозии предприятиям ПАО НК «Роснефть» ж/д транспортом в 2015-2022 г., т
- Таблица 33. Поставки ингибиторов коррозии в ПАО «Сургутнефтегаз» в 2016-2022 гг., т
- Таблица 34. Поставки ингибиторов коррозии в ПАО «Газпром нефть» в 2015-2022 гг., т

## Список рисунков

- Рисунок 1. Структура производства ингибиторов коррозии в России по регионам в 2022 г., %
- Рисунок 2. Динамика экспорта-импорта ингибиторов коррозии в России в 2015-2022 гг., т
- Рисунок 3. Динамика экспорта ингибиторов коррозии в России в 2015-2022 гг., т
- Рисунок 4. Динамика импорта ингибиторов коррозии в России в 2015-2022 гг., т
- Рисунок 5. Региональная структура импорта ингибиторов коррозии в России в 2016-2022 гг., %
- Рисунок 6. Динамика средних экспортно-импортных цен на ингибиторы коррозии в России в 2015-2022 гг., тыс. \$/т
- Рисунок 7. Региональная структура потребления ингибиторов коррозии в России в 2022 г., %
- Рисунок 8. Динамика добычи нефти ПАО НК «Роснефть» в 2008-2022 гг., млн т
- Рисунок 9. Добыча нефти и газового конденсата в России в 2000-2022 гг., млн т
- Рисунок 10. Прогноз добычи нефти (млн т) и потребления ингибиторов коррозии (тыс. т) в России до 2030 г.

## АННОТАЦИЯ

Настоящий отчет является **вторым изданием** исследования рынка ингибиторов коррозии в России.

**Цель исследования** – анализ российского рынка ингибиторов коррозии.

**Объектами исследования** являются ингибиторы коррозии для нефтедобывающей отрасли.

Данная работа является **кабинетным исследованием**. В качестве **источников информации** использовались данные Росстата, Федеральной таможенной службы РФ (до 2021 г.) и базы данных международной торговли ООН, таможенной статистики РФ, статистики железнодорожных перевозок РФ, данные открытых тендерных площадок, отраслевой и региональной прессы, годовых и квартальных отчетов эмитентов ценных бумаг, а также интернет-сайтов производителей нефтепромысловых реагентов.

**Хронологические рамки исследования:** 2015-2022 гг.; прогноз – 2023-2030 гг.

**География исследования:** Российская Федерация – комплексный подробный анализ рынка.

Отчет состоит из **6** частей, содержит **89** страниц, в том числе **10** рисунков, **34** таблицы и **1** приложение.

В **первой главе** приведены общие сведения об ингибиторах коррозии и требования к их качеству.

**Вторая глава** отчета посвящена производству ингибиторов коррозии в России. В этой главе описано текущее состояние основных предприятий-производителей ингибиторов в России, приведены количественные и качественные характеристики выпускаемой продукции, проанализированы данные об объемах и направлениях поставок в период 2015-2022 гг.

В **третьей главе** отчета приводятся данные о внешнеторговых операциях с ингибиторами коррозии в РФ в 2015-2022 гг. Приведены статистические данные об объемах экспортных и импортных операций, региональная и товарная структура экспорта и импорта, данные об основных поставщиках и получателях продукции.

В **четвертой главе** отчета проведен ценовой анализ ингибиторов коррозии. Приводятся экспортно-импортные цены на продукцию в 2015-2022 гг., в том числе, импортные цены на основные марки ингибиторов, а также цены на ингибиторы на внутреннем рынке РФ.

В **пятой главе** отчета рассматривается потребление ингибиторов коррозии в России в 2015-2022 гг. В данном разделе приведен баланс производства-потребления продукции, оценена региональная структура потребления, описано текущее состояние крупнейших предприятий-потребителей.

В **шестой главе** отчета приводится прогноз развития российского рынка ингибиторов коррозии на период до 2030 г., учитывающий текущее состояние и перспективы развития нефтедобывающей отрасли.

В **приложении** приведена адресная и контактная информация основных предприятий, выпускающих ингибиторы коррозии в России.

**Целевая аудитория исследования:**

- участники рынка нефтепромысловых реагентов – производители, потребители, трейдеры;
- потенциальные инвесторы.

Предлагаемое исследование претендует на роль справочного пособия для служб маркетинга и специалистов, принимающих управленческие решения, работающих на рынке нефтепромысловой химии.

## **Общие сведения об ингибиторах коррозии. Требования к качеству ингибиторов коррозии.**

Оборудование нефтяной промышленности подвержено агрессивному влиянию внешней среды, в которой оно применяется и может подвергаться коррозии, которая по механизму образования подразделяется на множество различных типов.

Практика эксплуатации стального оборудования нефтяных скважин, емкостей, нефтепроводов показывает, что одним из основных факторов аварий (около 80%) и преждевременного выхода оборудования из строя является коррозия наружных и внутренних стенок труб нефтепромыслового оборудования. Коррозия, имеющая место при контакте поверхности стали со смесью жидких и газообразных углеводородов, особенно интенсифицируется при насыщении их сероводородом и углекислым газом.

В последние годы в нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности выход из строя металлического оборудования связан с возрастанием добычи сернистых нефтей, содержание  $H_2S$  в которых достигает 500 мг/л. Сероводород обладает уникальными агрессивными свойствами и способствует разрушению металлических конструкций в результате электрохимической, а также химической коррозии и водородного охрупчивания. Интенсивность сероводородной коррозии возрастает с повышением парциального давления сероводорода и концентрации сульфидов.

Появление сероводорода в нефти может быть связано с возбудителями анаэробной коррозии – сульфатовосстанавливающими бактериями (СВБ), ответственными за восстановление сульфатов до сероводорода.

Для газовых и нефтяных месторождений, концентрация углекислого газа в которых может достигать 0,7-1,6%, характерна также углекислотная коррозия. Одновременное присутствие в среде сероводорода и углекислого газа усиливает коррозионный процесс.

Микробиологическая коррозия возникает в результате воздействия на металлические элементы оборудования продуктов жизнедеятельности бактерий, микроорганизмов. Они в процессе биосинтеза адаптируются в нефтяных пластах и выделяют сероводород, значительно усиливающий локальную коррозию отдельных элементов оборудования. Одновременно происходит ухудшение нефтеотдачи пластов и качество нефти. Создавшаяся ситуация осложняет процесс очистки и переработки нефтепродуктов, что существенно удорожает их стоимость и значительно ухудшает качество. Помимо этого, бактерии могут закупоривать нефтеносные пласты, изменять химические показатели воды и грунта в пределах разработки.

Развитие бактерий является основной причиной закупоривания и возникновения коррозии в системах вторичной эксплуатации. Только в последние годы была осознана вся важность этой проблемы и предприняты шаги для ее решения. Микроорганизмы играют существенную роль и в ряде других систем, но нет такой системы, где бы они могли оказывать такое влияние на коррозию, как в случае законтурного заводнения.

Существует несколько типов бактерий, которые опасны для систем вторичной добычи: водоросли, слизиобразователи, железистые бактерии, сульфатовосстанавливающие и другие виды бактерий. Наибольшее значение в системах законтурного заводнения имеют сульфатовосстанавливающие бактерии. Действие сульфатовосстанавливающих бактерий характеризуется: сильным местным разъеданием на различных участках поверхности металла, потемнением воды, неприятным запахом и накоплением тонкораздробленных частиц сульфида железа, который резко снижает проницаемость пласта.

Среди различных методов борьбы с коррозией нефтепромыслового оборудования и трубопроводов ведущее место в настоящее время и на ближайшую перспективу принадлежит ингибиторной защите, как не требующей значительных капитальных вложений и серьезной перестройки технологии добычи, сбора и подготовки нефти.

Ингибиторами коррозии (ИК) называют химические соединения, которые, присутствуя в коррозионной системе в достаточной концентрации, уменьшают скорость коррозии без значительного изменения концентрации любого коррозионного реагента. Основное назначение ингибиторов коррозии – снижение агрессивности газовых и электролитических сред, а также предотвращение активного контакта металлической поверхности с окружающей средой.

ИК обладают быстроедействием и их применение экономически эффективно. Поэтому ни одно месторождение, содержащее агрессивные компоненты, не эксплуатируется без применения ингибиторной защиты от коррозии. Достоинством этого метода является его простота и экономичность, возможность использования, как на новых скважинах, так и на находящихся уже в эксплуатации, что позволяет в процессе освоения месторождений легко заменять существующий ингибитор на более эффективный, не нарушая при этом технологию добычи на промыслах.

Ингибирующее воздействие на металлы, прежде всего на сталь, оказывает целый ряд неорганических и органических веществ, которые часто добавляются в среду, вызывающую коррозию. Ингибиторы имеют свойство создавать на поверхности металла очень тонкую пленку, защищающую металл от коррозии.

По механизму действия ингибиторы делятся на *адсорбционные* и *пассивационные*.

Ингибиторы-пассиваторы вызывают формирование на поверхности металла защитной пленки и способствуют переходу металла в пассивное состояние. Наиболее широко пассиваторы применяются для борьбы с коррозией в нейтральных или близких к ним средах, где коррозия протекает преимущественно с кислородной деполяризацией. Механизм действия таких ингибиторов различен и в значительной степени определяется их химическим составом и строением.

Различают несколько видов пассивирующих ингибиторов, например, неорганические вещества с окислительными свойствами (нитриты, молибдаты, хроматы). Последние способны создавать защитные оксидные пленки на поверхности корродирующего металла. В этом случае, как правило, наблюдается

смещение потенциала в сторону положительных значений до величины, отвечающей выделению кислорода из молекул воды или ионов гидроксила. При этом на металле хемосорбируются образующиеся атомы кислорода, которые блокируют наиболее активные центры поверхности металла и создают добавочный скачок потенциала, замедляющий растворение металла. Возникающий хемосорбционный слой близок по составу к поверхностному оксиду.

Большую группу составляют пассиваторы, образующие с ионами корродирующего металла труднорастворимые соединения. Формирующийся в этом случае осадок соли, если он достаточно плотный и хорошо сцеплен с поверхностью металла, защищает ее от контакта с агрессивной средой. К таким ингибиторам относятся полифосфаты, силикаты, карбонаты щелочных металлов.

Отдельную группу составляют органические соединения, которые не являются окислителями, но способствуют адсорбции растворенного кислорода, что приводит к пассивации. К числу их для нейтральных сред относятся бензонат натрия, натриевая соль коричной кислоты. В деаэрированной воде ингибирующее действие бензоната на коррозию железа не наблюдается.

Частицы *адсорбционных* ингибиторов (в зависимости от строения ингибитора и состава среды они могут быть в виде катионов, анионов и нейтральных молекул), электростатически или химически взаимодействуя с поверхностью металла (физическая адсорбция или хемосорбция соответственно), закрепляются на ней, что приводит к торможению коррозионного процесса.

Следовательно, эффективность ингибирующего действия большинства органических соединений определяется их адсорбционной способностью при контакте с поверхностью металла. Как правило, эта способность достаточно велика из-за наличия в молекулах атомов или функциональных групп, обеспечивающих активное адсорбционное взаимодействие ингибитора с металлом. Такими активными группами могут быть азот-, серо-, кислород- и фосфорсодержащие группы, которые адсорбируются на металле благодаря донорно-акцепторным и водородным связям.

*Наиболее широко распространенными являются ингибиторы на основе азотсодержащих соединений.* Защитный эффект проявляют алифатические амины и их соли, аминоспирты, аминокислоты, азометины, анилины, гидразиды, имиды, акрилонитрилы, имины, азотсодержащие пятичленные (бензимидазолы, имидазолины, бензотриазолы и т.д.) и шестичленные (пиридины, хинолины, пиперидины и т.д.) гетероциклы.

Нашли применение пираны, пирины, диоксаны, фенолы, циклические и линейные эфиры, эфиры аллиловых спиртов, бензальдегиды и бензойные кислоты, димочевины, спирты, фураны, диоксоланы, ацетали, диоксоцикланы и др.

Ингибиторы кислотной коррозии тормозят процесс разрушения металла за счет увеличения поляризуемости анодного, катодного либо обоих электродных процессов. *В качестве ингибиторов кислотных сред чаще всего используют органические соединения (иногда неорганические). Самыми эффективными ингибиторами кислотной коррозии считаются соединения, в состав которых входят кислород, сера, азот.*

Анализ показывает, что ассортимент химических веществ, снижающих скорость коррозии, сейчас довольно широк. Однако универсальные ингибиторы коррозии не найдены. В каждом конкретном случае наибольший эффект оказывает весьма ограниченное число веществ.

Сегодня в нефтедобывающей промышленности пользуются большой популярностью и востребованностью специализированные бактерициды – ингибиторы, предотвращающие возникновение коррозии и порчу дорогостоящего оборудования. Защитные действия этих химических составов нацелены на подавление процесса биосинтеза бактерий, очищение пластов от закупоривания ими и продуктами их метаболизма.

Нефтяная промышленность, по всей вероятности, – самый крупный потребитель ингибиторов коррозии. Применение специальных ингибиторов требуется абсолютно для всех стадий добычи, транспортировки, хранения и переработки.

В применении ингибиторов в нефтяной промышленности можно условно выделить ряд специфических коррозионных проблем. Многие из этих проблем возникают при добыче нефти.

Использование ингибиторов *при добыче нефти* значительно уменьшает коррозию глубинного оборудования и экономит сотни долларов на каждой защищенной скважине, значительно удлиняя средний срок ее службы.

Одна из основных причин преждевременного выхода из строя трубопроводов является высокая агрессивность продукции скважин. Наиболее агрессивны обводненная нефть и сточные воды, используемые в системах поддержания пластового давления. Срок службы трубопроводов для закачки в пласт сточных вод в ряде случаев составляет всего 1,5–2 года вместо планируемых 10–15 лет. Кроме того, в настоящее время кислотная обработка призабойных зон скважин является одним из распространенных методов интенсификации добычи нефти из низкопроницаемых карбонатных и смешанных коллекторов. Но это приводит к интенсивной коррозии используемого металлического оборудования.

Серьезной проблемой уже многие годы является коррозия в скважинах, выделяющих сероводород. В таких скважинах скорость коррозии, вначале небольшая, по мере увеличения срока службы скважины возрастает.

Факторы, оказывающие максимальное влияние на механизм и интенсивность коррозии промысловых нефтегазопроводов:

- высокая обводненность транспортируемой продукции. Для длительно эксплуатирующихся месторождений обводненность добываемой продукции может достигать значения 95% и выше. Для новых месторождений обводненность продукции может быть невысокой. Но в процессе их разработки она, как правило, увеличивается. При этом возрастает и риск коррозии промысловых нефтегазопроводов системы сбора скважинной продукции.

- высокое содержание коррозионно-агрессивных газов. По нефтегазопроводам транспортируется несепарированная скважинная продукция,

содержащая попутно-добываемый газ. В нем присутствует значительное количество углекислого газа и/или сероводорода.

- высокая температура транспортируемой продукции. Для промышленных нефтегазопроводов характерны высокие температуры транспортируемой продукции – от 30°C до 90°C. При прочих равных условиях скорость коррозии увеличивается с повышением температуры.

- большое содержание механических примесей. В продукции добывающих скважин всегда присутствуют механические примеси. Их количество увеличивается после проведения мероприятий по интенсификации добычи (ГРП, увеличение депрессии и т.п.). Вследствие этого может происходить гидроабразивный износ металла трубопроводов.

- поступление в перекачиваемую продукцию технологических жидкостей. Жидкости, используемые при проведении различного рода скважинных обработок (кислотные обработки, глушение и промывка скважин) обладают повышенной коррозионной агрессивностью и при попадании в транспортируемую по трубопроводам продукцию могут интенсифицировать коррозионный износ. Основные факторы риска – увеличение кислотности транспортируемой продукции, биозаражение, попадание кислорода и механических примесей.

- механохимический фактор. Вследствие присутствия в составе транспортируемой продукции большого количества свободного газа, для нефтегазопроводов характерны режимы транспортирования с пульсацией давления. В некоторых случаях это является причиной появления коррозионно-усталостных трещин.

Основная доля ингибиторов, используемых в настоящее время при добыче нефти и газа, представляет собой органические азотсодержащие соединения с длинными углеводородными цепями (обычно C18). К ним относятся:

- производные алифатических жирных кислот;
- имидазолины и их производные;
- четвертичные соединения;
- производные смоляных аминов.

Первая группа соединений – производные алифатических жирных кислот – может быть подразделена далее на первичные, вторичные и третичные моноамины, диамины, амиды, полиэтоксиамины, диамины или амиды, соли этих соединений, амфотерные соединения.

Второй класс ингибиторов – имидазолины – используются непосредственно или в виде их солей и производных.

Производные смоляных аминов являются сложными смесями аминов на основе абиетиновой кислоты, которые содержат длинные углеводородные цепи. Они используются во многих скважинах с различным успехом.

Подача ингибиторов в трубопроводные системы может осуществляться с использованием двух технических приемов (методов ингибирования):

- постоянного дозирования ингибитора в поток транспортируемой жидкости;
- периодической обработки.

При постоянном дозировании транспортируемая по трубопроводу продукция используется в качестве носителя ингибитора. Формирование и поддержание защитной «пленки» осуществляется за счет диффузии действующего вещества ингибитора из объема жидкости на поверхность металла стенки трубопровода. Быстрота формирования защитной «пленки» на поверхности металла трубопроводов зависит от величины дозировки ингибитора. Ее устойчивость на поверхности защищаемого металла зависит, прежде всего, от свойств ингибитора и от гидродинамических параметров перекачки. Поддерживаемая дозировка ингибитора должна обеспечивать снижение скорости коррозии металла трубопровода до приемлемого уровня. Она подбирается при опытно-промышленных испытаниях и уточняется в процессе применения на конкретном трубопроводе.

При периодическом дозировании предпочтительно, чтобы защитная «пленка» наносилась при непосредственном контакте поверхности металла трубопровода с товарной формой ингибитора или ее концентрированным раствором. Для этого ингибитор в товарном виде или в виде концентрированного раствора периодически подается в трубопровод. В данной технологии должны использоваться ингибиторы, обладающие эффектом «последействия» – способностью достаточно длительный период (в течение времени «последействия») сохранять эффективную защитную «пленку» на поверхности металла без необходимости дополнительного поддержания ее целостности.

Важной областью коррозионных проблем, которые решаются путем применения ингибиторов, является **хранение и перевозка как сырых, так и очищенных нефтепродуктов**. Несмотря на то, что в процессе добычи или очистки эти вещества уже подвергались обработке ингибиторами коррозии – по крайней мере один раз, а обычно и чаще, – все равно они становятся агрессивными и требуют дополнительной обработки.

При эксплуатации трубопроводов основное внимание должно быть уделено коррозионным проблемам, возникающим в процессе перекачки сырых или переработанных нефтепродуктов. Первые наблюдаются при транспортировке сырой нефти от мест добычи к нефтеперерабатывающим заводам, коррозия же переработанных продуктов происходит при их доставке от нефтеперерабатывающих заводов торговым фирмам.

Продукты переработки нефти более агрессивны по отношению к трубопроводам, чем сырая нефть.

При **нефтепереработке** различных систем, подвергающихся коррозии, значительно больше, чем в какой-либо другой отрасли нефтепромышленности. Проблемы коррозии существуют везде, начиная с мест доставки сырья и до вывоза продуктов переработки. От коррозии должны быть защищены установки дистилляции сырой нефти и щелочной обработки, газовые заводы, установки крекинга, деизобутанайзеры прямой гонки, оборудование очистки фурфурола, риформеры, установки очистки от сероводорода водной адсорбцией и т. п. Может

возникнуть необходимость предохранить от коррозии теплообменники, рибойлеры, системы отгона, дистилляционное оборудование.

Нефтепереработка представляет собой отрасль промышленности, в которой только сейчас начинают осознавать большие потенциальные возможности применения ингибиторов и где использование их начинает быстро расширяться.

Основной причиной коррозии в системах нефтепереработки является сероводород. Он может вызывать коррозию низкотемпературного оборудования или служить причиной серьезной и часто неразрешимой проблемы высокотемпературного разрушения каталитической аппаратуры.

Основным видом коррозии в нефтеперерабатывающей промышленности является высокотемпературная сероводородная коррозия.

Главные проблемы, которые могут быть успешно разрешены применением ингибиторов, обычно встречаются на начальных стадиях переработки. Подготовка и дистилляция сырой нефти связаны, вероятно, с наиболее часто встречающимися такого рода коррозионными проблемами. Ниже 150°C протекает обычная коррозия, и эта проблема легко разрешима с помощью ингибиторов. Так защищают теплообменники, дистилляционные установки, рибойлеры и конденсаторы верхнего отгона. Однако выше этой температуры природа и интенсивность коррозии во многом меняются. Защитное действие ингибиторов быстро падает; 230°C – предельная температура для применения ингибиторов. При промежуточных температурах, вероятно, коррозия не столь значительна, но возникает очень серьезная проблема загрязнения оборудования продуктами распада, что сильно влияет на процесс теплообмена. Наконец, при очень высоких температурах трудноразрешимой проблемой является борьба с агрессивным действием сероводорода. В общем, можно отметить, что выше 230°C ингибиторы коррозии заменяют добавками, предотвращающими образование загрязнений или применяют специальные сплавы.

Ингибиторы, используемые в процессах нефтепереработки, подобны ингибиторам, которые эффективны при добыче нефти. Это вполне понятно, учитывая, что в основном коррозию вызывают те же агрессивные агенты, и здесь они лишь переносятся в иное оборудование и, возможно, несколько концентрируются. В настоящее время основная масса применяемых в нефтепереработке ингибиторов является соединениями имидазолина и их различными производными. В значительной степени используются смоляные амины и сульфонаты, а в меньшей мере – высокомолекулярные амины с линейной углеводородной цепью и некоторые их производные. Четвертичные производные применяются сравнительно редко.

К ингибиторам коррозии, используемым в нефтяной промышленности, предъявляются определенные требования. Ингибитор должен обеспечить требуемое защитное действие при тестировании в модельных системах как в условиях высоких давлений и температур, так и при обычных условиях – температуре +40 °C и нормальном атмосферном давлении, а также в условиях высоких скоростей потока и наличия в нем абразивных частиц. Ингибитор должен обладать низкой температурой застывания (не менее – 50 °C), хорошей

растворимостью в коррозионной среде и высокой адсорбционной способностью на поверхности металла.

Растворимость и/или диспергируемость ИК в жидких рабочих средах (воде и углеводородах) являются одними из их важнейших характеристик, т.к. они определяют возможность переноса ИК по защищаемой системе, а также доставки к поверхностям, требующим защиты.

В соответствии с классификацией, принятой в практике ингибиторной защиты, по степени растворимости/диспергируемости в жидких средах все ИК подразделяются на:

- водорастворимые;
- углеводородорастворимые;
- углеводородорастворимые-вододиспергируемые;
- нерастворимые ни в воде, ни в углеводородах.

Ингибитор не должен влиять на стабилизацию водонефтяных эмульсий. К тому же ингибитор должен быть пожаровзрывобезопасным, соответствовать требованиям санитарных норм, быть совместимым с другими реагентами, применяемыми в технологическом процессе, и не влиять на качество и процессы последующей нефтепереработки и др.

Нефтяные компании требуют при разработке ингибиторов учитывать экологическую чистоту добавок, эффективность при малых концентрациях (до 100-200 мг/л), химическую устойчивость в коррозионно-активных средах, универсальность действия, определяемую одновременным торможением сероводородной, углекислотной коррозии и наводороживания стального оборудования. Такой подход позволяет снизить существующий дефицит защитных материалов и экологическое воздействие, расширить отечественную сырьевую базу, решить вопросы импортозамещения и повысить конкурентоспособность.

---

**Производство ингибиторов коррозии в РФ в 2015-2022 гг.**

---

**2.1. Динамика производства ингибиторов коррозии в 2015-2022 гг.**

Производство нефтепромысловых реагентов в России в настоящее время осуществляет около 40 предприятий, при этом большинство из них выпускает различные виды продукции: ингибиторы коррозии, ингибиторы соле- и парафиноотложений, бактерициды, деэмульгаторы, нейтрализаторы сероводорода и меркаптанов.

В целом объем производства присадок к нефти в РФ в настоящее время находится на уровне XXX тыс. т. При этом большую часть произведенных реагентов составляют ингибиторы коррозии.

Их выпуск, в 2016-2017 гг., по оценке «Инфомайн», увеличивавшийся с XXX тыс. т до XXX тыс. т, в последующие годы вновь несколько снизился и находился на уровне XXX тыс. т. В 2021 г. производство ингибиторов снижалось до XXX тыс. т.

При этом в наибольших объемах выпуск продукции осуществляли АО «Котласский химический завод» (Архангельская обл.), ООО «Промхимсервис» (Башкортостан), ООО «Когалымский завод химреагентов» (ХМАО), АО «Опытный завод Нефтехим» (г. Уфа, Башкортостан), ООО «Миррико» (Татарстан) (табл. 1).