

# 52

## ПОДБОР ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ КОРРОЗИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

концентрированного раствора ДЭА на  
оборудование ЦПГ и ПС Жанажольского  
НГК АО «СНПС-Актобемунайгаз»

Ю.А. Чирков, А.Д. Медведев, В.А. Кузьмин, А.А. Есина

Для снижения коррозионного воздействия концентрированного раствора ДЭА на оборудование ЦПГ и ПС Жанажольского НГК АО «СНПС-Актобемунайгаз» были подобраны ингибиторы «Инкоргаз-21Т» и «Додиген 4482-1», эффективность ингибирования которых составляет 96,1% и 73,7% соответственно. Более полно проведены исследования ингибитора «Инкоргаз-21Т» как наиболее эффективного.

Проблема повышения долговечности оборудования является чрезвычайно актуальной для нефтяной, газовой и нефтеперерабатывающей промышленности. Это вызвано тем, что большинство деталей нефтяного и газового оборудования работает в чрезвычайных тяжелых условиях, подвергаясь значительным нагрузкам, коррозии и интенсивному изнашиванию. Эксплуатационные свойства различных деталей нефтегазового оборудования – их долговечность и надежность – обусловлены стойкостью кон-

струкционного материала деталей к действию механических нагрузок и агрессивных сред.

Практика эксплуатации стального оборудования газоперерабатывающих заводов, в том числе и Жанажольского нефтегазоперерабатывающего комплекса (ЖНГК, бывший ЖГПЗ), показывает, что одним из основных факторов аварий и преждевременного выхода их из строя является коррозия наружных и внутренних стенок труб, которая протекает при контакте поверхности стали со смесью жидких

За 10 лет своего существования марка ТИАЛ зарекомендовала себя, как один из лучших изоляционных материалов для трубопроводов. Участие в крупных международных проектах подтверждает высокое качество марки ТИАЛ.

Ориентируясь на потребности отрасли и потребителей продукции, компания предоставляет различные сервисные услуги. Обучение, аттестация и мониторинг качества всего процесса применения материалов ТИАЛ до конечного потребителя.

Сознавая свою ответственность, мы совершенствуем используемые материалы и технологии, постоянно улучшая их качество и надежность. Система менеджмента качества сертифицирована по ISO 9001:2000.



## Термоусаживающиеся Изоляционные Материалы

г. Москва, Старокалужское шоссе, д. 62, корп. 4  
тел/факс: + 7 (495) 974 70 08, 974 70 09  
<http://www.tial.ru> e-mail: [info@tial.ru](mailto:info@tial.ru)



# МЕТОДОЛОГИЯ

**Таблица 1. Эффективность применения ингибиторов «Инкоргаз-21Т» и «Додиген 4482-1»**

Ингибиторы	Время испытаний, час	Скорость коррозии, г/м <sup>2</sup> *час	Эффективность ингибиторов, %
Контрольная	2	1,4000	–
Инкоргаз-21Т		0,3125	77,7
Додиген 4482-1		0,0000	100
Контрольная	4	1,5725	–
Инкоргаз-21Т		0,3125	80,1
Додиген 4482-1		0,3750	76,2
Контрольная	6	1,5833	–
Инкоргаз-21Т		0,1125	92,9
Додиген 4482-1		0,2875	81,8
Контрольная	8	1,6013	–
Инкоргаз-21Т		0,15625	90,2
Додиген 4482-1		0,1250	92,2
Контрольная	10	1,6275	–
Инкоргаз-21Т		0,03125	98,5
Додиген 4482-1		0,2083	84,6
Контрольная	12	0,7917	–
Инкоргаз-21Т		0,03125	96,1
Додиген 4482-1		0,2083	73,7

углеводородов и водных растворов солей и кислот и особенно интенсифицируется при насыщении их сероводородом и углекислым газом.

В связи с тем, что коррозия при очистке газов от сероводорода и диоксида углерода имеет сложный характер, приходится использовать комплекс методов для защиты оборудования и трубопроводов от коррозии.

Основным методом является подбор сталей для изготовления оборудования и трубопроводов.

Наиболее эффективным и экономичным является метод борьбы с сероводородной и углекислотной коррозией с помощью ингибиторов кислотной коррозии. Достоинством этого метода является его простота и высокая экономическая эффективность.

При разработке ингибиторов коррозии для газовой промышленности, требования, предъявляемые к ним заказчиком, значительно более жесткие, чем для ингибиторов, предназначенных для использования в нефтяной промышленности.

Так для ингибиторов нефтяной промышленности жестко не нормируются такие показатели, как вспенивающее действие реагента на технологические жидкости, используемые при сероочистке, стабилизирующем действии на эмульсии «углеводород-электролит», а также высокая степень защиты ингибитора от наводороживания

металла. Обеспечить такие технологические показатели могут ингибиторы, в состав которых входят компоненты с постоянным составом.

Актуальность проблемы разработки

новых ингибиторов коррозии для увеличения срока службы оборудования диктуется объективной необходимостью.

Контроль процесса защиты включает: контроль концентрации рабочего раствора ингибитора, правильности его дозирования, скорости коррозии, измерение толщины стенки оборудования и аналитическое определение концентрации железа в водных средах.

Опыт эксплуатации установок очистки природного и нефтяного газа показывает, что оборудование этих установок подвергается сильной коррозии при применении ДЭА также, как и на Жанажольском НГК.

Коррозии подвергаются, как правило, абсорберы, десорберы, линии насыщенного и регенерированного ДЭА при температуре выше 70 °С, линии кислых газов – холодильники, сборник кислой воды, трубопроводы их соединяющие. В абсорбере, по линии кислых газов наблюдается общая коррозия, по линии ДЭА наряду с общей коррозией имеет место растрескивание в зоне термических напряжений (сварные швы).

Коррозия в среде ДЭА носит сложный характер. Чистые этаноламины не агрессивны. Насыщение этаноламинов кислыми компонентами приводит к понижению pH раствора, которое

**Таблица 2. Влияние ингибиторов коррозии на смешивание водных растворов моноэтаноламина (15%), диэтаноламина (30%) и диэтиленгликоля (95%). Содержание ингибитора 0,3%**

Ингибитор	Объем пены, дм <sup>3</sup>		
	МЭА	ДЭА	ДЭГ
Без ингибитора	0	0	0
Инкоргаз-21Т	5	0	0
Додиген 4482-1	0	5	0

**Таблица 3. Влияние ингибитора коррозии «Инкоргаз-21Т» на наводороживание стали в сероводородсодержащем растворе (50 г/л NaCl + 5 г/л CH<sub>3</sub>COOH + H<sub>2</sub>S). Температура 20°С. Сталь 20ЮЧ. Толщина мембраны 2 мм.**

Концентрация ингибитора, мг/л	Концентрация сероводорода, мг/л	Плотность потока водорода, мкА/см <sup>2</sup>	Концентрация диффузионно-подвижного водорода, Со, моль/см <sup>3</sup>	Степень защиты от наводороживания, ZH, %
без ингибитора	750	22,5	2,15 10 <sup>-5</sup> (3,3см <sup>3</sup> /100г) <sup>-1</sup>	-
10 мг/л	750	6,5	0,6 10 <sup>-6</sup> (0,9см <sup>3</sup> /100г) <sup>-1</sup>	71
25 мг/л	750	1	0,95 10 <sup>-6</sup> (0,15см <sup>3</sup> /100г) <sup>-1</sup>	96
50 мг/л	750	0	0	100
100 мг/л	750	0	0	100

увеличивается при увеличении температуры. Это в свою очередь приводит к увеличению агрессивности среды. При высоких температурах этаноламины подвергаются термической деградации с образованием различных компонентов, с одной стороны ухудшающих поглотительную способность абсорбентов, с другой – увеличивающих агрессивность раствора.

Подбор ингибиторов осуществляли гравиметрическим и электрохимическим методами. Проверялись ингибиторы коррозии «Инкоргаз-21Т» и «Додиген 4482-1».

Испытания данных ингибиторов проводили в кислой среде (pH=4, подкисление  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , после введения ингибитора концентрация хлорид-ионов-50 г/л) в двухфазной среде (гексан:водный раствор 1:1), содержащей сероводород 750 мг/л, имитирующей кислую среду раствора ДЭА при комнатной температуре в течение 12 часов гравиметрическим методом. Скорость коррозии замерялась каждые 2 часа от начала испытания.

Исследования эффекта последствия ингибиторов коррозии «Инкоргаз-21Т» и «Додиген 4482-1» проводились в среде, содержащей 50 г/л ионов хлора,

**Таблица 4. Влияние ингибитора коррозии на охрупчивание стали в сероводородсодержащем растворе хлористого натрия (50 г/л NaCl + 5 г/л  $\text{CH}_3\text{COOH}$  + 750 мг/л  $\text{H}_2\text{S}$ ). Образцы: стальные пластины 60x10x2 мм, из стали 70-C2XA. Время экспозиции образцов в растворе: 24 часа. Температура испытания: 18 - 20°C. Метод определения пластических свойств: перегиб образцов до разрушения (по ГОСТ 13813). Число перегибов до разрушения образцов в исходном состоянии: NB = 22,0**

Ингибитор, концентрация	Количество испытанных образцов	Среднее число перегибов до разрушения	Потеря пластичности, %	Степень защиты от охрупчивания, Зопр, %
без ингибитора	5	13,0 ± 0	40 ± 0	-
«Инкоргаз-21Т», 10 мг/л	3	16,0 ± 0	27 ± 0	33
«Инкоргаз-21Т», 25 мг/л	4	17,5 ± 1,5	20 ± 7	50 ± 16
«Инкоргаз-21Т», 50 мг/л	4	19,0 ± 1,0	14,5 ± 5	67 ± 11
«Инкоргаз-21Т», 100 мг/л	4	22,0 ± 1,0	0	100
«Инкоргаз-21Т», 200 мг/л	2	23,0 ± 0	0	110

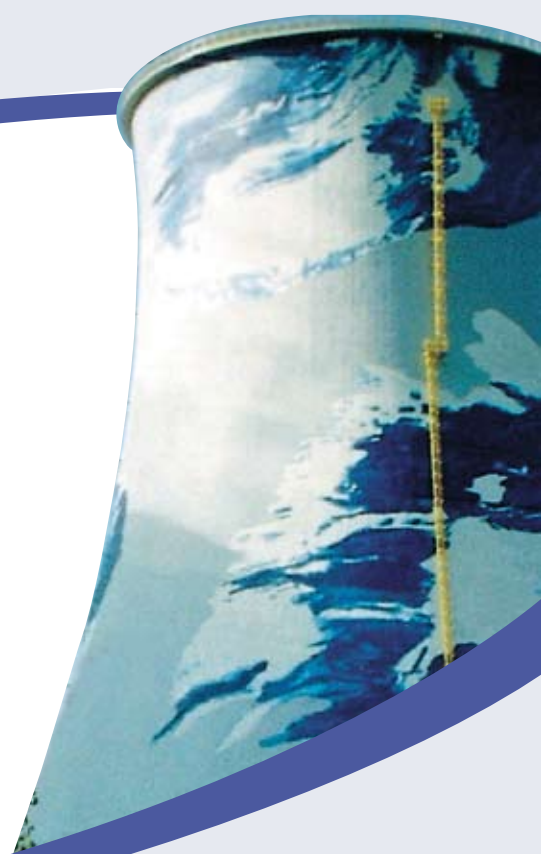
750 мг/л сероводорода, подкисленной  $\text{CH}_3\text{COOH}$  до pH=4 и смешанной с гексаном в соотношении 1:1.

Для испытания использовались стальные пластины размером 100x8x2мм, которые предварительно выдерживались в течение 15 минут в пробе инги-

битора, затем вынимались, слегка обсушивались и одновременно погружались в аналогичную среду, но без  $\text{H}_2\text{S}$ , после чего помещались в агрессивную среду и через каждые 2 часа в течение 12 часов фиксировалась скорость коррозии. Одновременно через



# 15 лет на рынке профессиональной антикоррозионной защиты



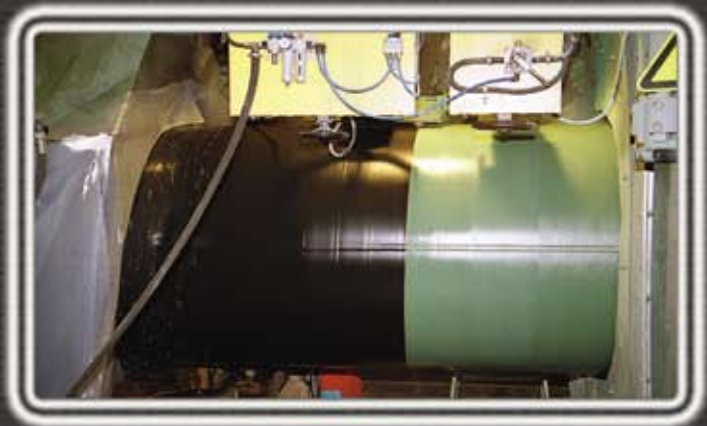
**Industrial Protective Coatings**

Тел./факс: (495) 507-2701  
221-0150, 507-2702  
[www.ipcgroup.ru](http://www.ipcgroup.ru)

# КЗИТ

## ООО «Копейский завод изоляции труб»

Россия, 456656, Челябинская обл., г. Копейск,  
пос. Железнодорожный, ул. Мечникова, 1  
тел. (3512) 70-93-59 тел./факс: (3512) 62-39-16  
www.kzit.ru e-mail: kzit@chel.surnet.ru



### I. Изоляция

Имеющееся на заводе оборудование позволяет наносить следующие виды антикоррозионных покрытий: эпоксидное, двух и трёхслойное экструдированное. Диаметр изолируемых труб с 273 по 1420 мм. Проектная мощность 300 км усреднённого диаметра (1020мм) в год. В 2004 году получены положительные результаты испытаний заводского покрытия на соответствие Техническим требованиям ОАО «АК» Транснефть. Трубы завода с наружным защитным покрытием используются при капитальном ремонте и строительстве газопроводов ОАО «Газпром».

### II. Изготовление гнутых отводов

Создан и успешно функционирует цех по изготовлению гнутых отводов как из изолированных так и из чёрных труб диаметром от 219мм до 1420мм включительно. Гнутые отводы соответствуют требованиям ГОСТ 24950-81 и ТУ 1468-013-00154341-03.

### III. Восстановление труб бывших в эксплуатации

Введён в строй цех по восстановлению труб бывших в эксплуатации диаметром от 530 мм до 1420мм, мощность цеха 100 км в год усреднённого диаметра (1020мм).



каждые 2 часа фиксировались и контрольные скорости коррозии, что позволяло определять эффективность коррозии каждые 2 часа. Исследования проводились гравиметрическим методом по потере массы стального образца.

Результаты исследований приведены в таблице 1.

В результате исследований выявлен достаточно высокий эффект последствия ингибиторов «Инкоргаз-21Т» и «Додиген 4482-1». Эффективность ингибирования указанных ингибиторов после 12 часов испытательного составляет соответственно 96,1% и 73,7%.

Проверялось влияние реагентов «Инкоргаз-21Т» и «Додиген 4482-1» на вспенивание. Результаты исследований представлены в таблице 2. Выявлено, что данные ингибиторы коррозии практически не влияют на вспенивание.

Так как эффективность ингибитора коррозии «Инкоргаз-21Т» выше, чем у «Додиген 4482-1» и составляет 96,1%, то для определения эффективности защитного действия ингибитора коррозии «Инкоргаз-21Т» от специфических видов коррозии в сероводородных средах испытывалась его проба, предназначенная для защиты от коррозии нефтегазопромыслового оборудования.

Проводилось определение степени защиты от наводороживания методом измерения водородопроницаемости с электрохимической индексацией водорода.

Определялось влияние ингибитора коррозии на пластические свойства металла. Исследования проводились для стали 20 ЮЧ.

Результаты представлены в таблице 3.

Ингибитор коррозии «Инкоргаз-21Т» защищает сталь от наводороживания и, следовательно, способствует сохранению исходных пластических свойств металла после экспозиции в сероводородсодержащих средах. При концентрации ингибитора 10 мг/л степень защиты стали от охрупчивания составляет – 30%, с ростом концентрации ингибитора степень защиты стали повышается достигая 100% при концентрации 100 мг/л.

Интересно отметить, что при 200 мг/л ингибитора образцы после коррозии выдерживают несколько большее число перегибов, чем в исходном состоянии. Это объясняется тем, что при коррозии произошло выглаживание поверхности образцов, пластические же свойства стали не ухудшились.

Проводились работы по определению защиты от сульфидного коррозионного растрескивания под напряжением.

Результаты изучения влияния ингибиторов коррозии на время до растрескивания напряженных образцов проводились на стали 70-C2XA в сероводородсодержащем водном растворе NaCl, подкисленном уксусной кислотой, представлены в таблице 4.

В отсутствии ингибиторов коррозии растрескивание петлевых образцов произошло очень быстро (за 1,5-10 мин). Добавка 200 мг/л ингибитора «Инкоргаз-21Т» замедлила разрушения образцов (время до разрушения от 3 до 108 часов). При такой же концентрации ингибитор «Инкоргаз-21Т» полностью устранил разрушение образцов при базе испытания 120 часов.

Следовательно, ингибитор коррозии «Инкоргаз-21Т» эффективно защищает углеродистые и низколегированные стали от наводороживания, охрупчивания и

**Таблица 5. Испытания образцов стали на сульфидное коррозионное растрескивание под напряжением при постоянной деформации. Коррозионная среда: водный раствор NaCl (50 г/л) и CH<sub>3</sub>COOH (5 г/л), содержащий H<sub>2</sub>S. Сталь: лента (ширина 7 мм, толщина 0,4 мм) из стали марки 70-С2ХА.**

Номер образца	Ингибитор, (концентрация, мг/л)	Концентрация H <sub>2</sub> S, мг/л	Время до растрескивания	Не разрушившийся образец на базе 120 часов
1	без ингибитора	700	3 мин	–
2			5 мин	–
3			7 мин	–
4	без ингибитора	750	1,5 мин	–
5			6 мин	–
6			10 мин	–
10	«Инкоргаз-21Т» (200 мг/л)	750	–	+*
11			–	+*
12			–	+*

**\*) – не растрескавшиеся образцы после опыта были промыты дистиллированной водой и перенесены в испытательный раствор, не содержащий ингибитора коррозии. Время до растрескивания составило: образца № 10 – 2 часа 40 минут; образца № 11 – 2 часа 2 минуты; образца № 12 – 3 час 50 минут.**

сульфидного коррозионного растрескивания в сероводородсодержащих средах.

**Выводы:**

1. Для снижения коррозионного воздействия концентрированного раствора ДЭА на оборудование ЦПГ и ПС Жанажольского НГК АО «СНПС-Актобемунайгаз» были подобраны ингибиторы «Инкоргаз-21Т» и «Додиген 4482-1», эффективность ингибирования которых составляет 96,1% и 73,7% соответственно.
2. Ингибитор «Инкоргаз-21Т» обладает не только высокой эффективностью ингибирования, но и эффективно защищает углеродистые и низколегированные стали от наводороживания, охрупчивания и сульфидного коррозионного растрескивания в сероводородсодержащих средах.
3. Ингибитор «Инкоргаз-21Т» рекомендуется для опытно-промышленных испытаний на Жанажольском НГК АО «СНПС-Актобемунайгаз» для защиты оборудования ЦПГ и ПС от коррозионного воздействия концентрированного раствора ДЭА.

Уважаемые специалисты ЭХЗ приглашаем посетить наш стенд на выставке

# НЕФТЕГАЗ 2008

## 23-27 ИЮНЯ

Москва, Экспоцентр на Красной Пресне, стенд № 23Е70

СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ ЭХЗ



**КАТОДНАЯ ЗАЩИТА**  
от кор<sub>р</sub>озии

ДИАГНОСТИКА ТРУБОПРОВОДОВ



[www.ch-s.ru](http://www.ch-s.ru)

на правах рекламы