ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ

Моделирование язвенной коррозии в условиях лаборатории

Ведущий инженер сектора CO_2-коррозии ООО «ИТ-Сервис»
Казадаев Дмитрий Сергеевич

Общие сведения

Стойкость низколегированных марок стали к углекислотной коррозии определяется составом и структурой продуктов коррозии, образующихся на их поверхности.

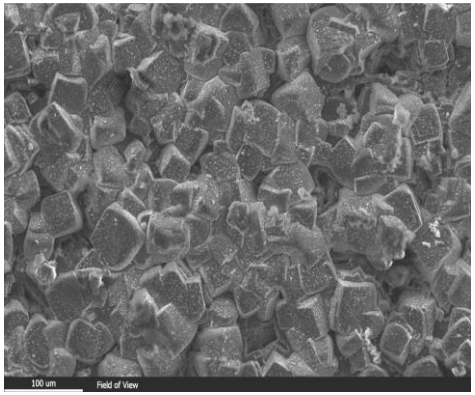
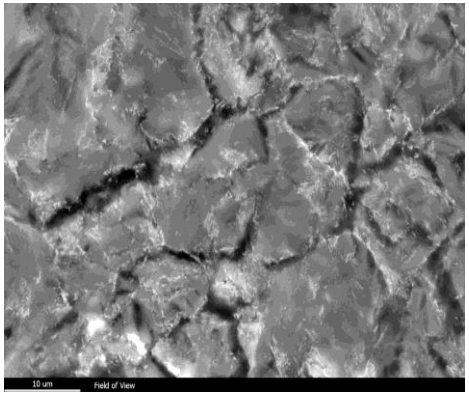
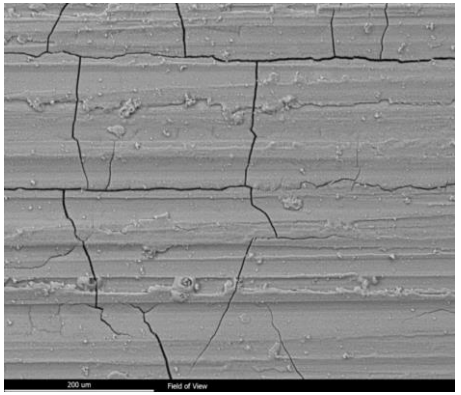
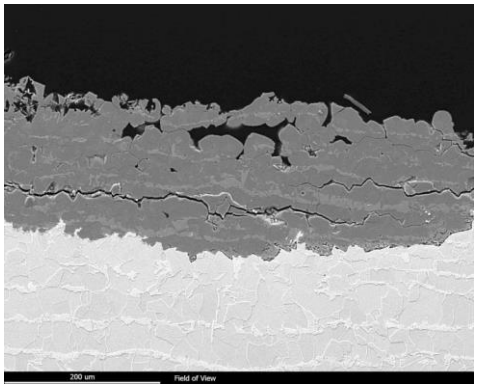
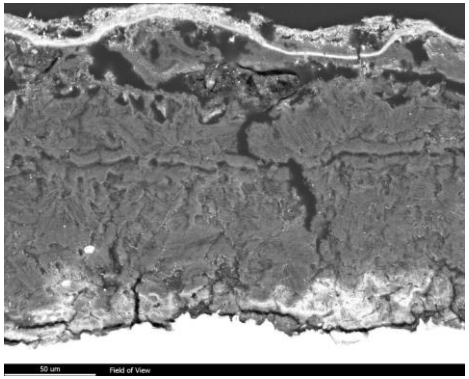
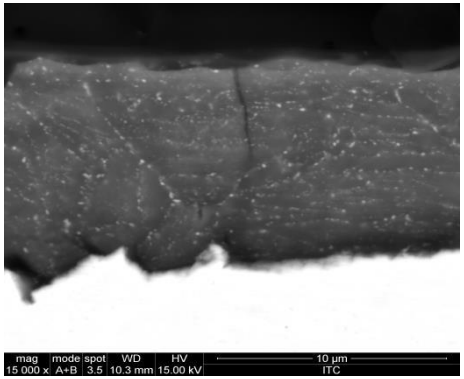
В настоящее время существуют методики лабораторных коррозионных испытаний, сравнивающие между собой только общие скорости коррозии:

- ГОСТ Р 9.905-2007 «Единая система защиты от коррозии и старения (ЕСЗКС). Методы коррозионных испытаний»;
- методика «Оценка скорости общей коррозии в модельной co_2-содержащей среде» ООО «ИТ-Сервис»;
- методика 01.02.04 01 ПАО «Газпром Нефть»;
- методика №966814 006 59337752 2014 ЗАО «НИПЦ « НефтеГазСервис » и другие.

Недостатки Данные методики не учитывают структуру и свойства продуктов коррозии и описывают скорость коррозии как равномерный (общий) процесс растворения металла

Равномерная углекислотная коррозия

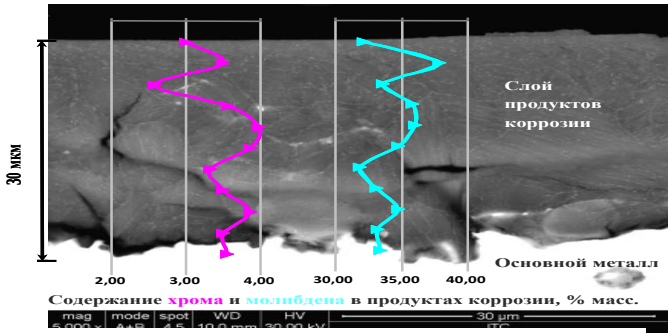
Примеры образованных продуктов коррозии для сталей

	Без хрома	Хрома 1-3 %	Хрома более 5%
Вид сверху			
Вид в сечении			

Методы изучения продуктов углекислотной коррозии

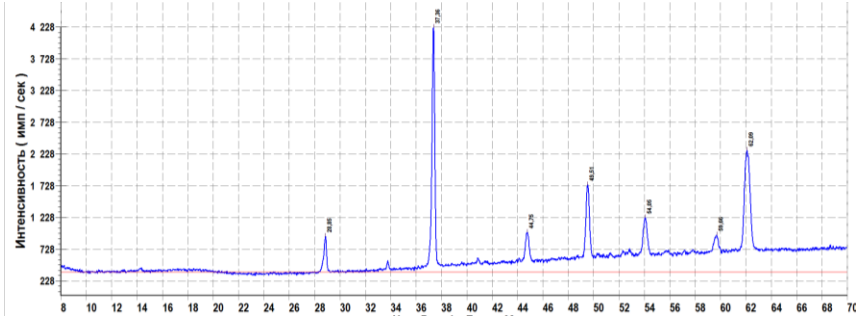
Испытания на равномерную коррозию можно использовать в качестве инструмента для изучения механизма коррозионного разрушения сталей

1. Энергодисперсионный анализ

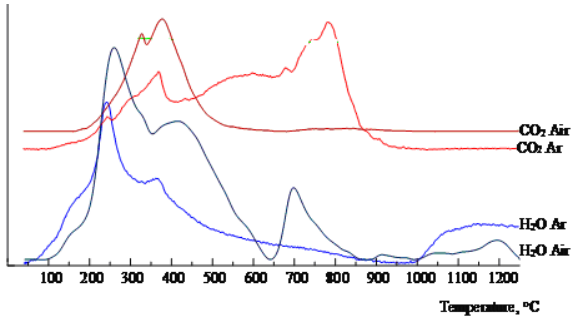


Содержание молибдена и хрома в продуктах коррозии, % масс.

2. Дифракционный анализ



3. Синхронный термический анализ (TG-DTA-MS)



4. Химический анализ

Сталь	pH, ед	$C(CO_2)$, мг/л	$C(Fe^{2+})$, мг/л
09Г2С	6,04	698	450
15Х5М	5,31	458	113

Язвенная углекислотная коррозия

Вид коррозионных поражений на образцах после промысловых испытаний



Вид внутренней поверхности образца трубы из стали из стали 08ХМФА после 2-х лет эксплуатации в байпасе

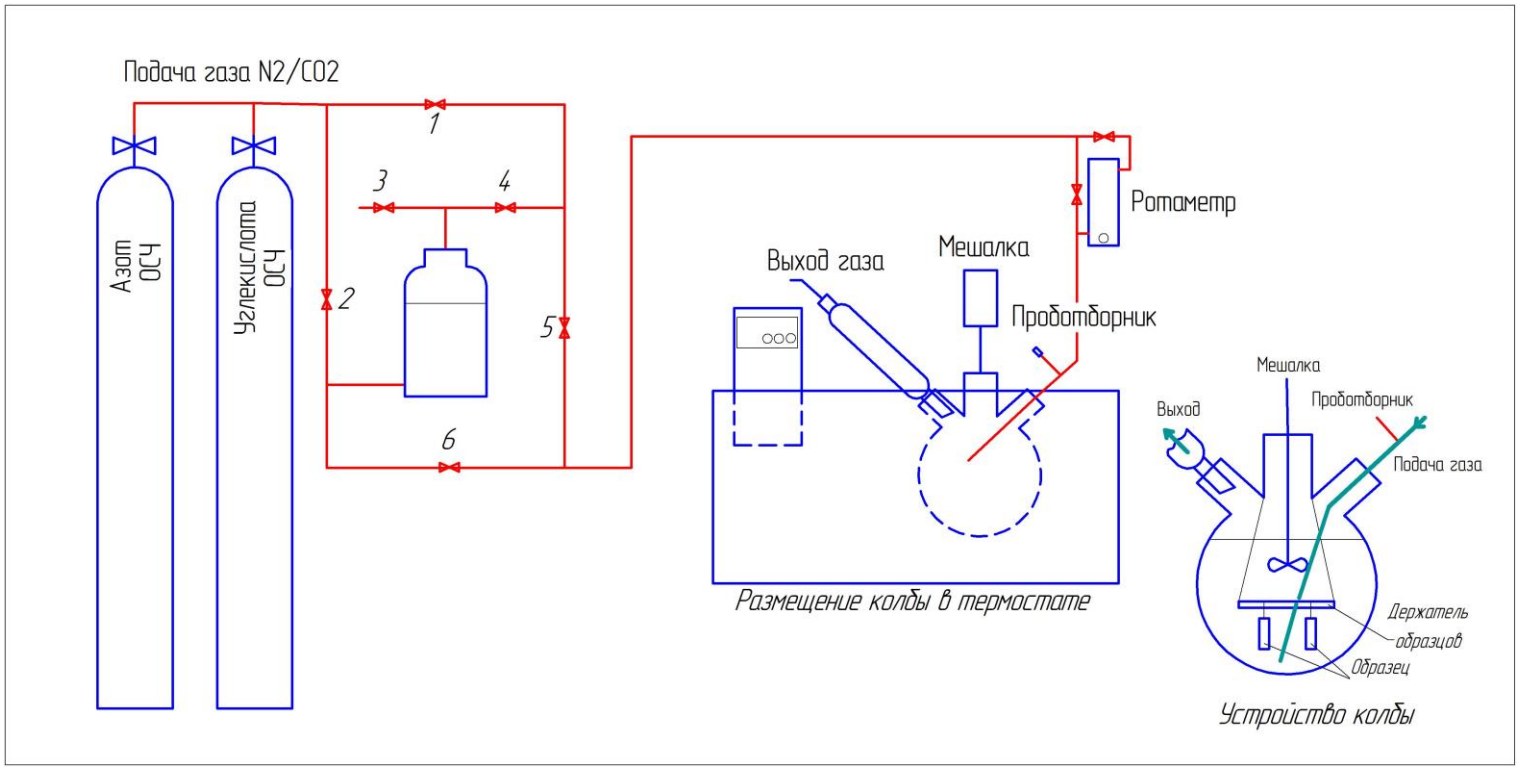




Язвенная коррозия внутренней поверхности патрубка из стали марки 09Г2С после 2-х лет эксплуатации в байпасе

Язвенная углекислотная коррозия

Лабораторное моделирование язвенной коррозии

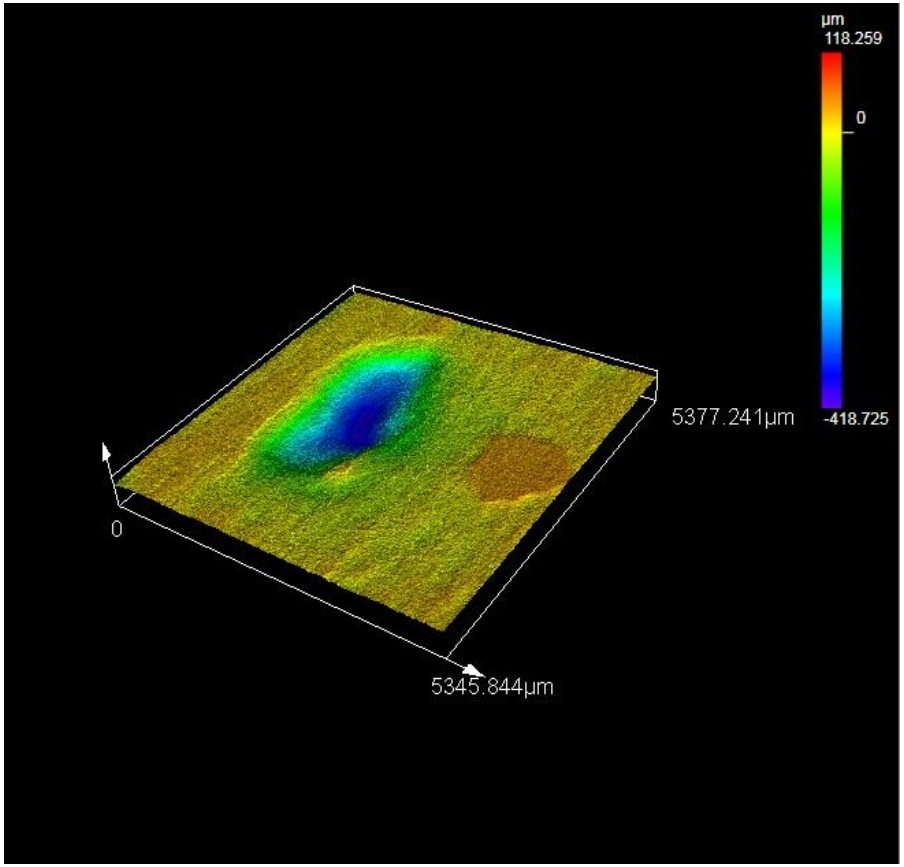


Один из способов моделирования образования язвенных дефектов на поверхности металла – периодическая замена испытательного раствора

Параметры среды:
Температура 65 ^{0}C
Давление атмосферное

Язвенная углекислотная коррозия

Вид язвы, полученной при выдержке образца металла в течении 200 часов в углекислотной среде лабораторной установки





1



2

Образец стали 09Г2С
с лицевой и обратной сторон

3D-изображение язвы, построенное при помощи **конфокальной микроскопии**

Язвенная углекислотная коррозия

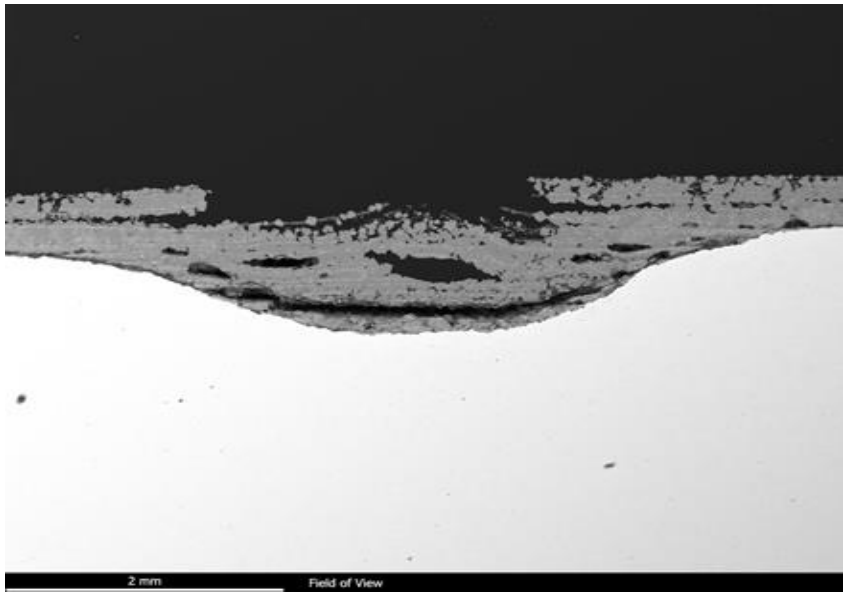
Вид язвы, полученной при повторной выдержке образца металла в течении 200 часов в углекислотной среде лабораторной установки



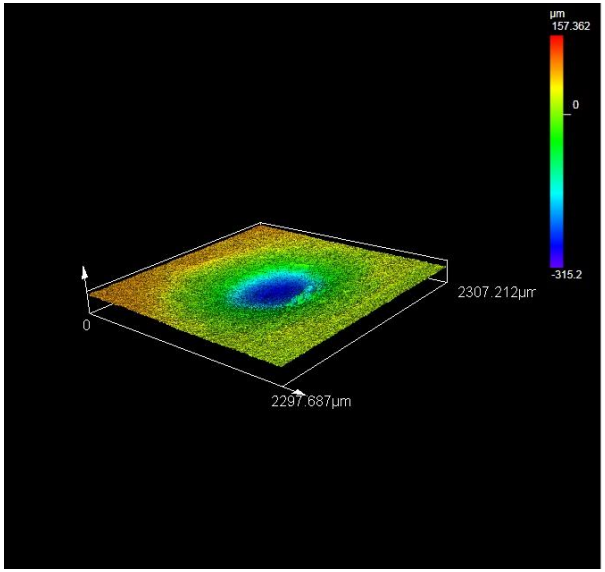
Образец стали 09Г2С с ПК

Образец стали 09Г2С без ПК





Сечение по язве

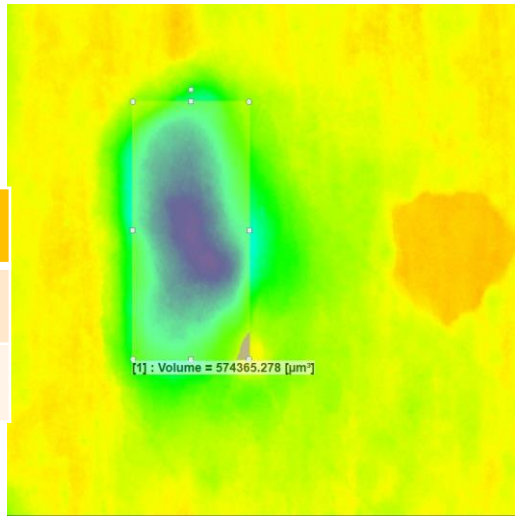


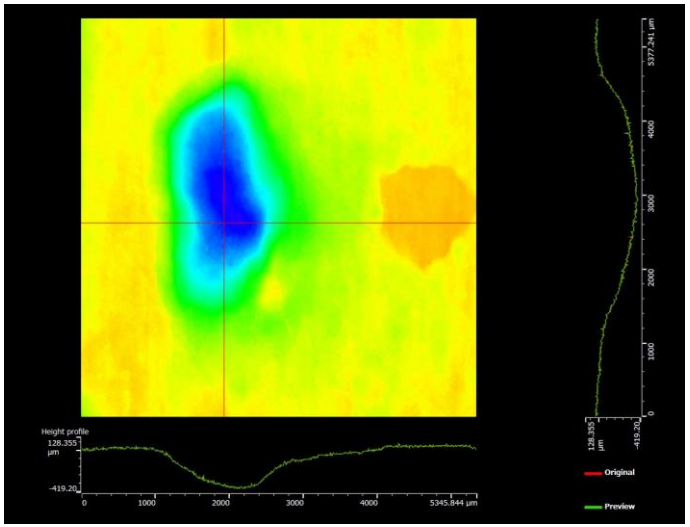
3D-изображение язвы

Язвенная углекислотная коррозия

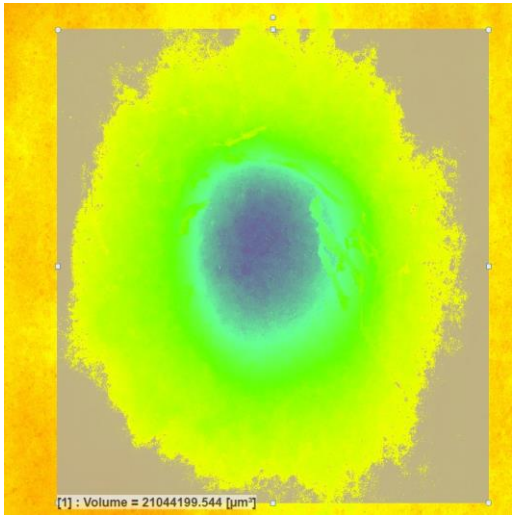
	Параметры язвы, µm		
	H max	L max	N max
1	-3650	3179	1890

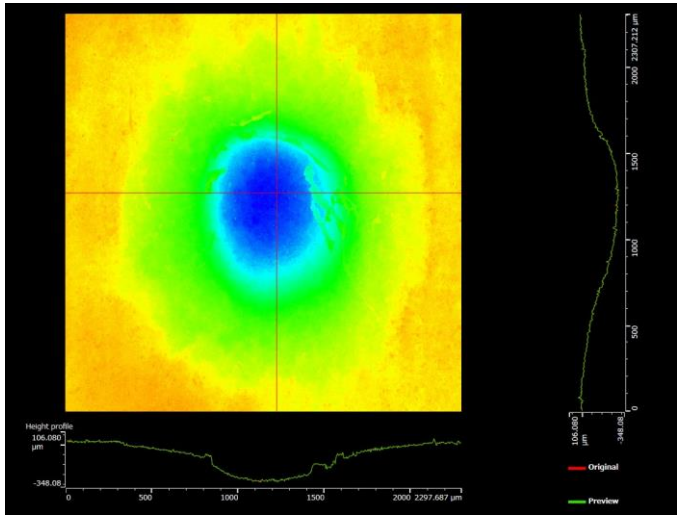
$V_{max} = 5{,}7x10^5 \mu m^3$





Площадь и сечение язвы 1





Площадь и сечение язвы 2

	Параметры язвы, µm		
	H max	L max	N max
2	-3150	7720	6960

$V\ max = 2{,}1x10^7 \mu m^3$

Сравнение язв, полученных на образцах металла в промысловых условиях, с лабораторными образцами



Промысловый образец. Сталь 09Г2С



Лабораторный образец. Сталь 09Г2С

Характер образования	Диаметр	Тип
Промысловая	D1 = 9 мм	сквозная
Лабораторная	D2 = 7 мм	Не сквозная

Язвенная углекислотная коррозия

Выводы:

1. Испытания на равномерную коррозию можно использовать в качестве инструмента для изучения механизма коррозионного разрушения сталей.
2. В настоящее время отсутствуют известные способы «выращивания» язв в лабораторных условиях.
3. Учитывая, что основным механизмом преждевременного разрушения элементов трубной инфраструктуры при эксплуатации является язвенная коррозия, моделирование данного вида коррозии считаем перспективным.

Казадаев Дмитрий Сергеевич