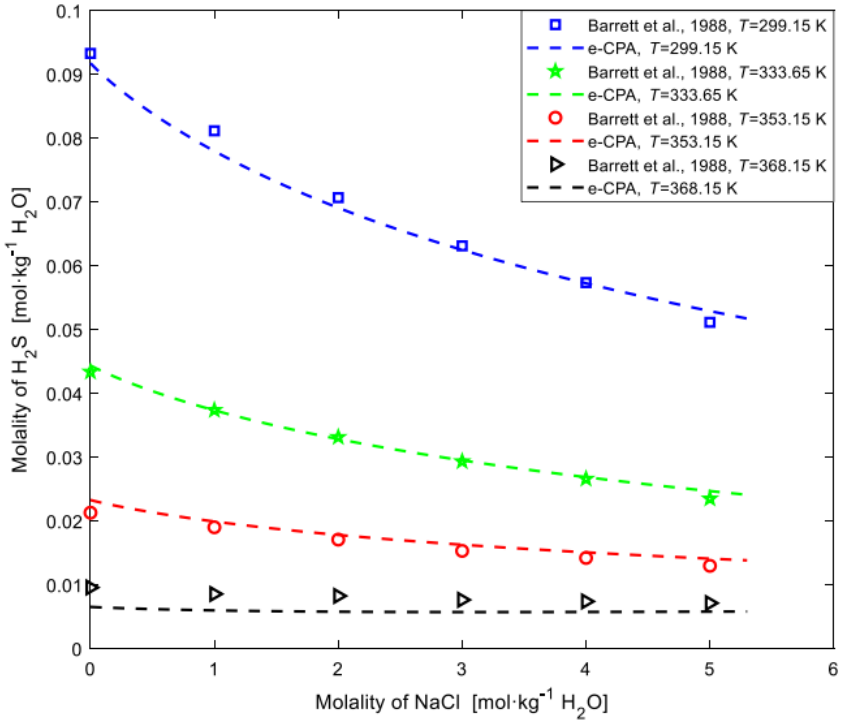
ЭФФЕКТИВНЫЙ ИНЖИНИРИНГ

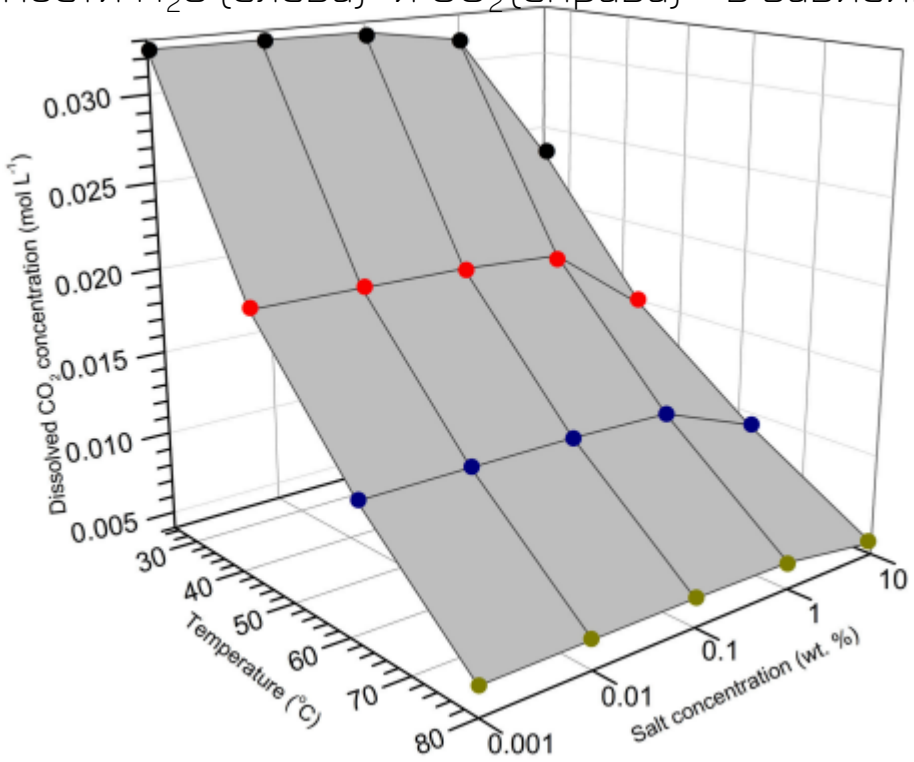
Особенности протекания коррозионных процессов в высокоминерализованных средах. Сравнительные результаты лабораторного моделирования.

Докладчик: Чистопольцева Елена Александровна

Влияние минерализации на растворимость газов

Графики зависимости растворимости H_2S (слева)* и CO_2 (справа)** в зависимости от концентрации NaCl





$H_2S_{(газ)} \leftarrow H_2S_{(раствор)}$

$H_2S_{(раствор)} \leftrightarrow H^+ + HS^-$

$HS^- \leftrightarrow H^+ + S^{2-}$

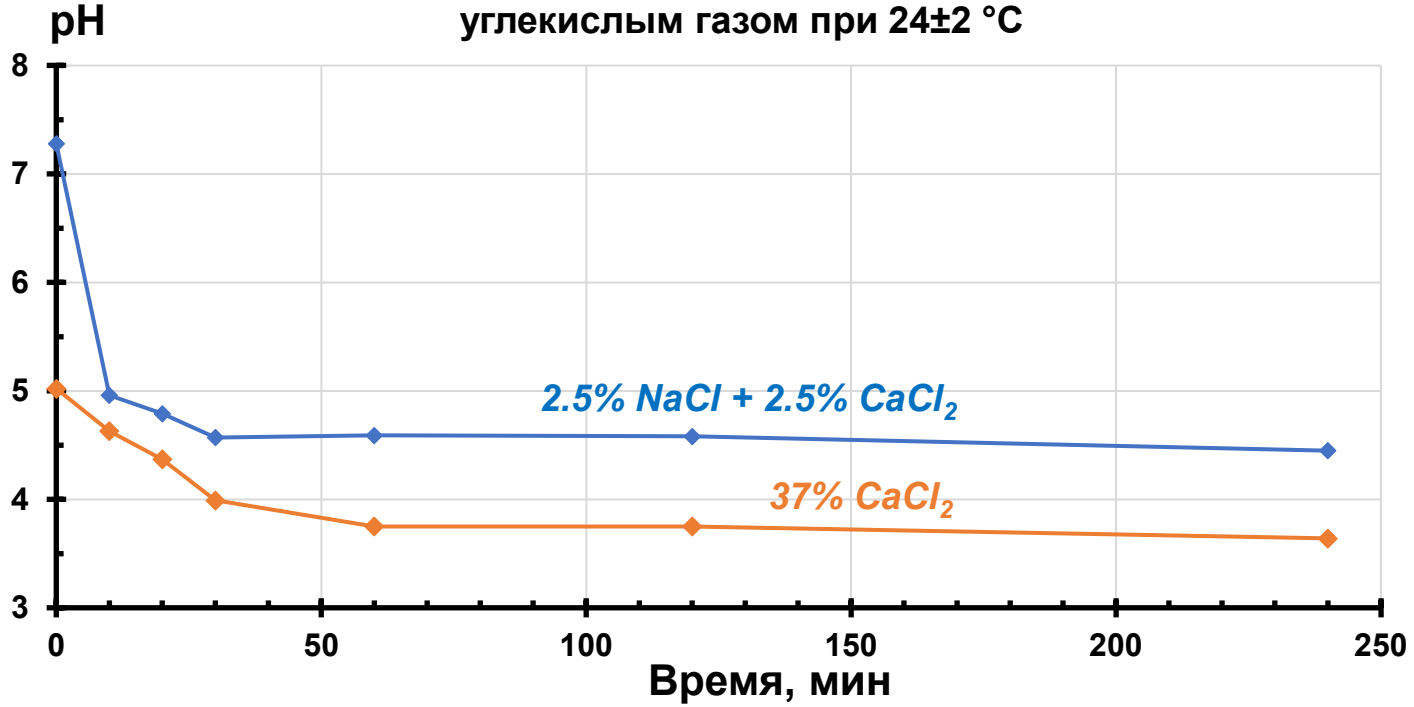
$CO_{2\ (газ)} \leftarrow CO_{2\ (раствор)}$	Растворение
$CO_{2\ (раствор)} + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3$	Гидратация
$H_2CO_3 \leftrightarrow H^+ + HCO_3^-$	Диссоциация I
$HCO_3^- \leftrightarrow H^+ + CO_3^{2-}$	Диссоциация II

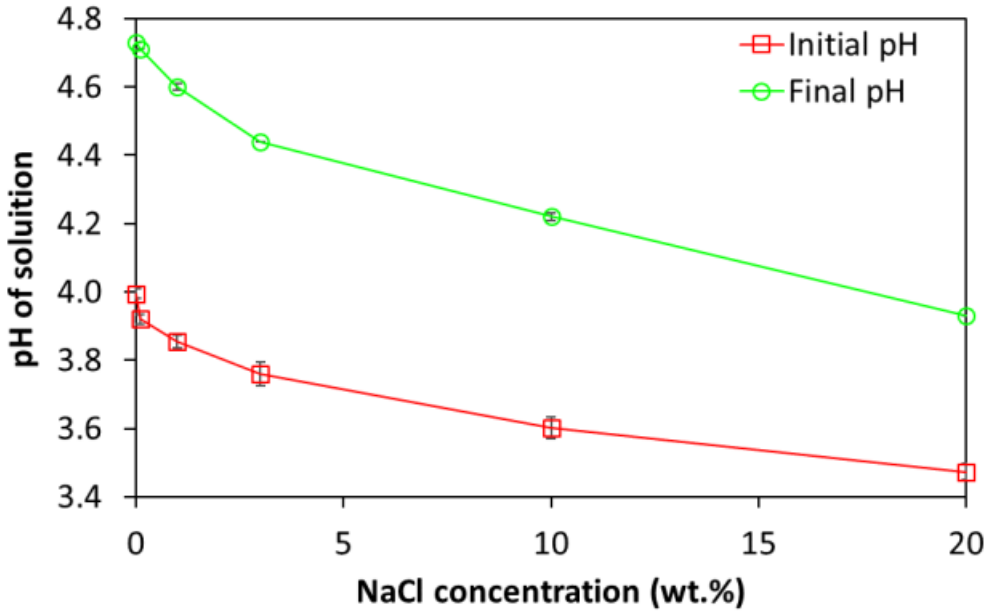
**Sun L., Liang J. Solubility modeling of hydrogen sulfide in aqueous sodium salt solutions. Environmental Technology & Innovation 2023, 32, 103334.*

***Li S., Zeng Z., Harris M.A., Sánchez L.J., Cong H. CO_2 corrosion of low carbon steel under the joint effects of time-temperature-salt concentration. Frontiers in Materials 2019, 6.*

Влияние минерализации на кислотность раствора

График зависимости pH раствора от длительности барботажа углекислым газом при 24±2 °C

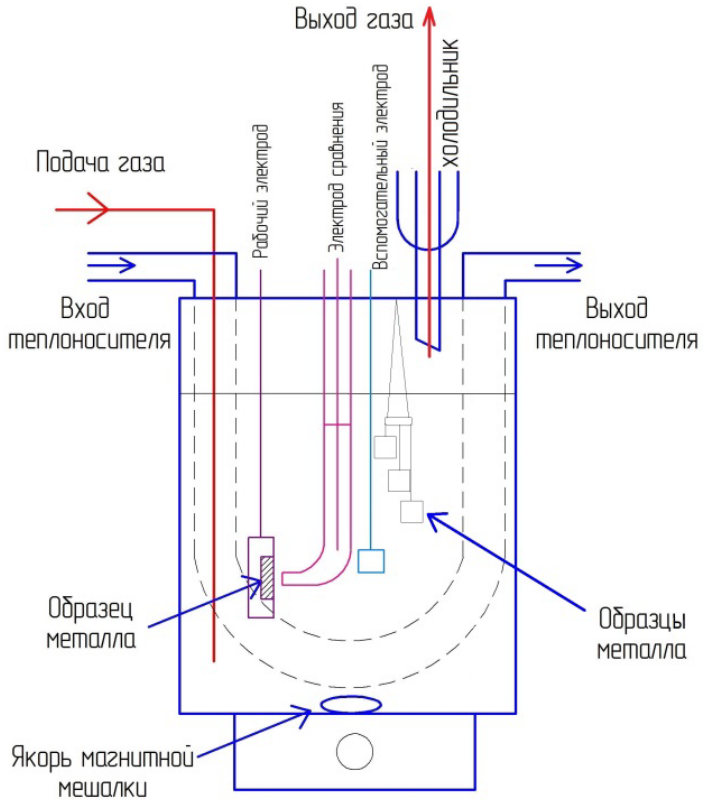


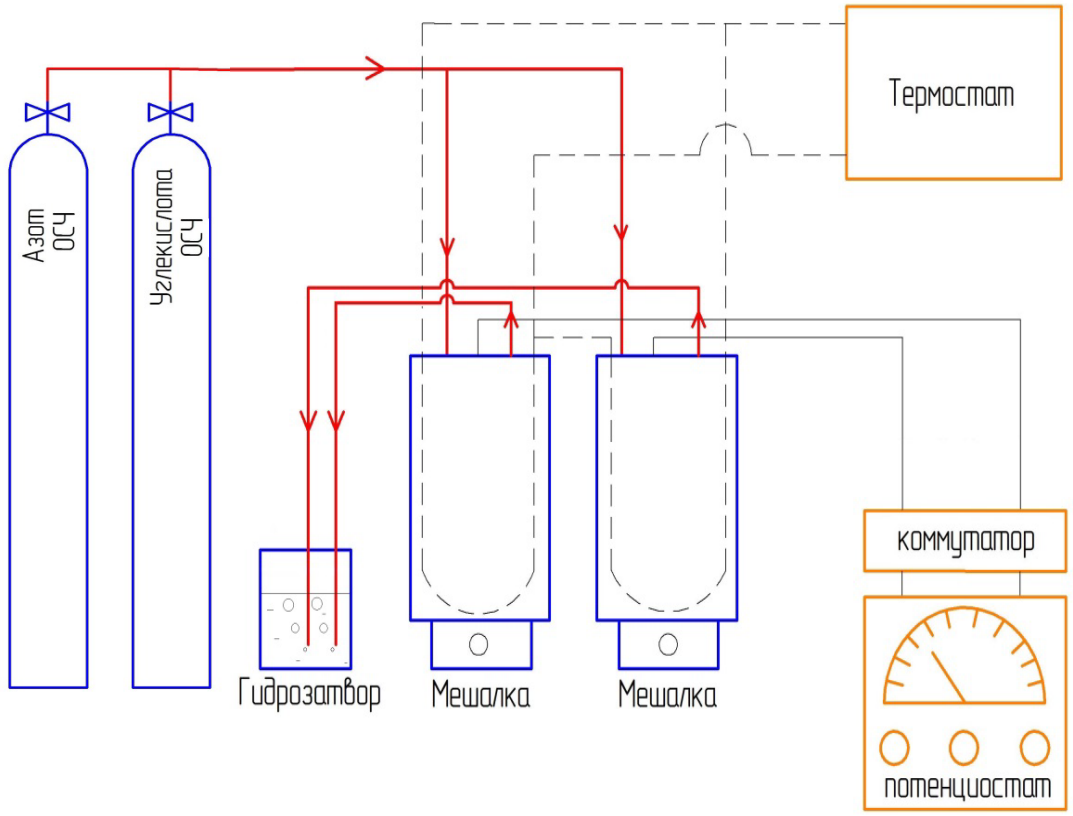


Sani F.M., Brown B., Belarbi Z., Nesic S. Experimental Investigation on the Effect of Salt Concentration on Uniform CO2 Corrosion // NACE International, Corrosion 2019, Paper № 13026

$CO_{2\ (газ)} \leftrightarrow CO_{2\ (раствор)}$	Растворение
$CO_{2\ (раствор)} + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3$	Гидратация
$H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$	Диссоциация I
$HCO_3^- \rightarrow H^+ + CO_3^{2-}$	Диссоциация II

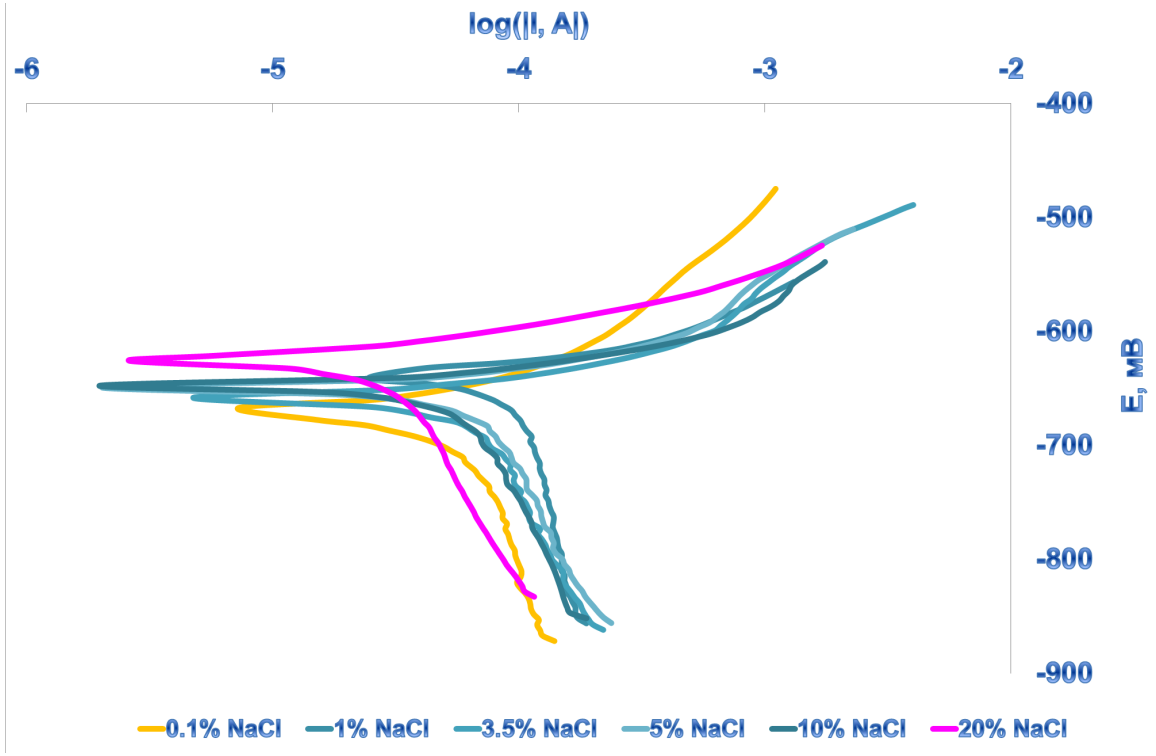
Установка для оценки скорости коррозии



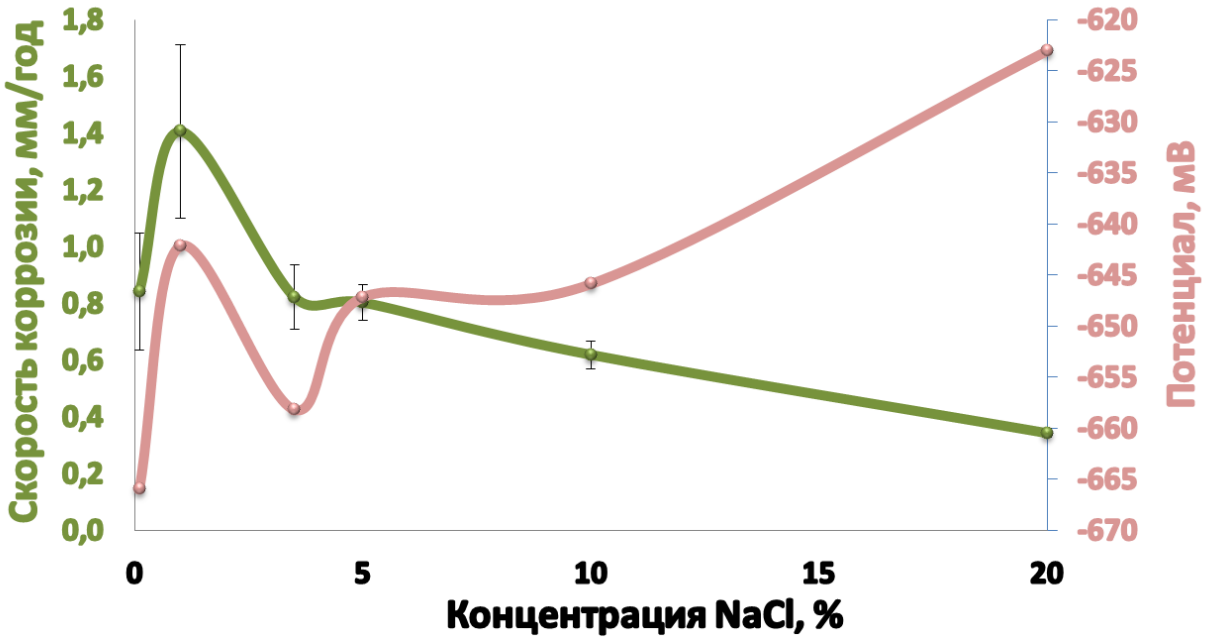


Результаты испытаний

Поляризационные кривые

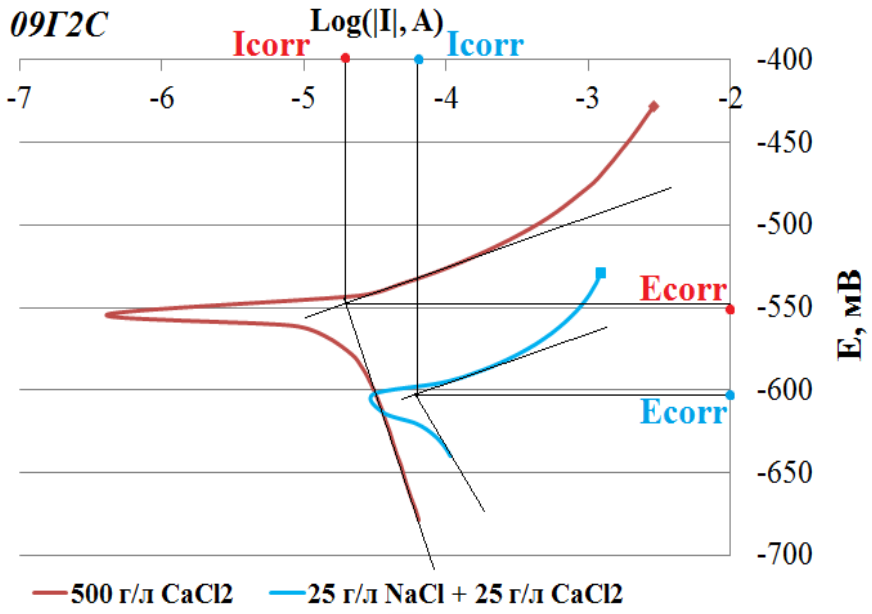


Графики зависимостей скорости коррозии и потенциала коррозии стали 09Г2С от концентрации NaCl при постоянном барботаже CO_2, 25°С, на магнитной мешалке



Результаты испытаний

Поляризационные кривые, снятые на сталях 09Г2С и 05Х5М, при постоянном барботаже CO_2, 45°С, на магнитной мешалке



$I_{corr} < I_{corr}$

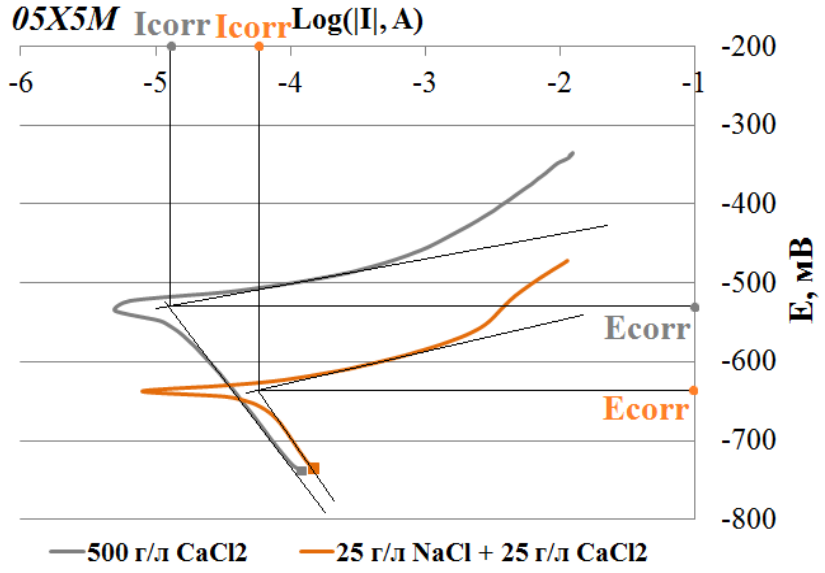
$E_{corr} > E_{corr}$

Сталь 09Г2С более инертна в растворе 500 г/л $CaCl_2$

Сталь 05Х5М более инертна в растворе 500 г/л $CaCl_2$

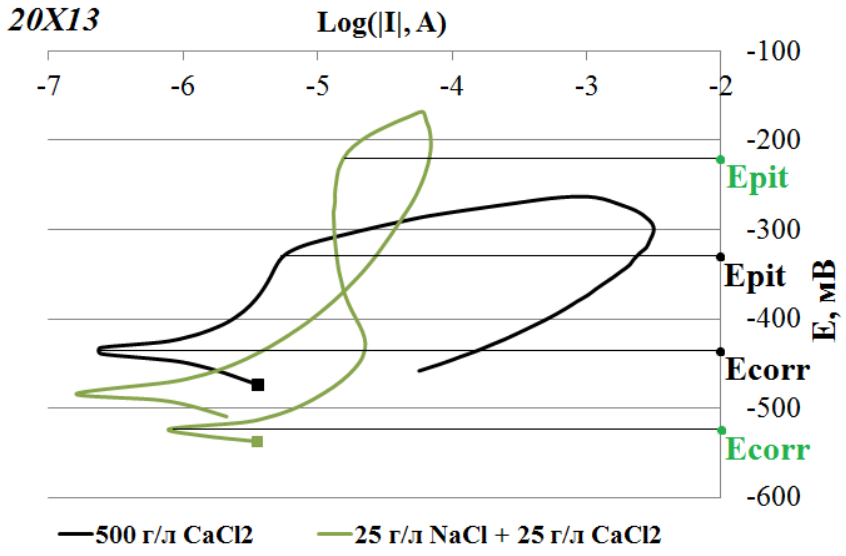
$I_{corr} < I_{corr}$

$E_{corr} > E_{corr}$



Результаты испытаний

Поляризационные кривые, снятые на сталях 20Х13 и AISI 316, при постоянном барботаже CO_2, 45°С, на магнитной мешалке

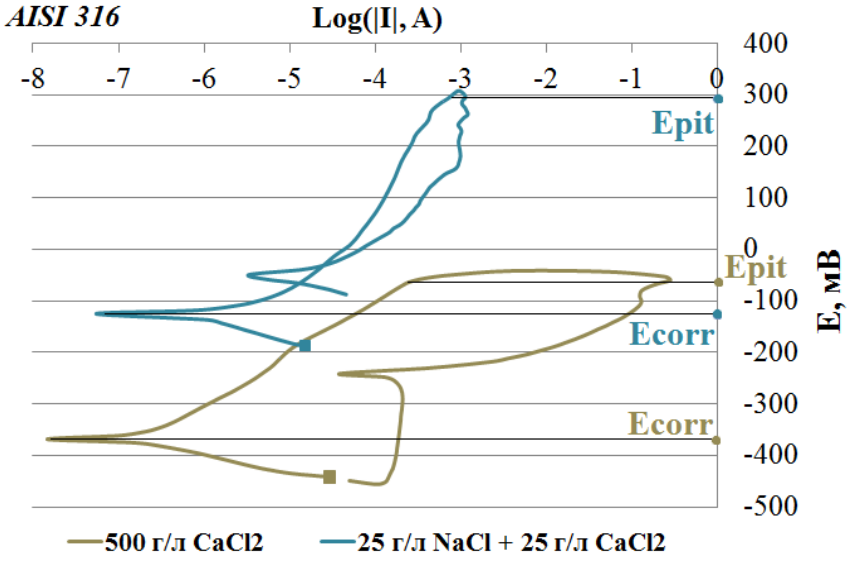


$|E_{pit} - E_{corr}| > |E_{pit} - E_{corr}|$

Сталь 20Х13 более инертна в растворе 25 г/л NaCl + 25 г/л $CaCl_2$

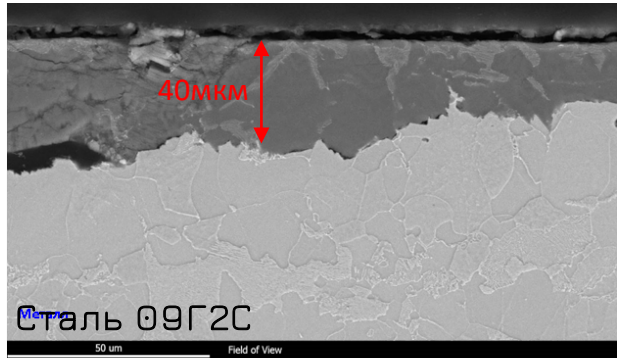
Сталь AISI 316 более инертна в растворе 25 г/л NaCl + 25 г/л $CaCl_2$

$|E_{pit} - E_{corr}| > |E_{pit} - E_{corr}|$



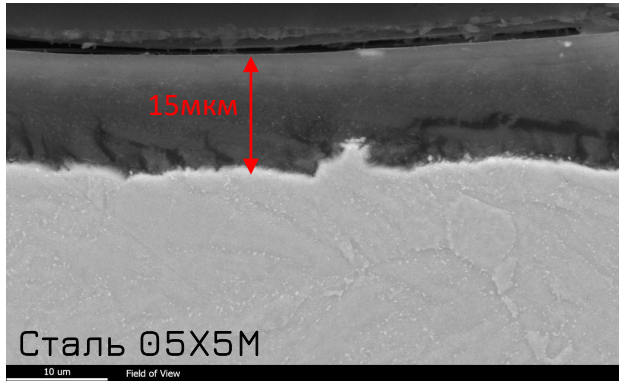
Типичный вид продуктов коррозии после коррозионных испытаний в автоклаве при $P_{общ}$ 40 атм, T=65°C, 24 часа

25 г/л NaCl + 25 г/л CaCl2



Массовая концентрация элементов, %						
C	O	S	Cl	Ca	Mn	Fe
32,28	20,55	00,62	00,90	05,63	01,49	Ост.

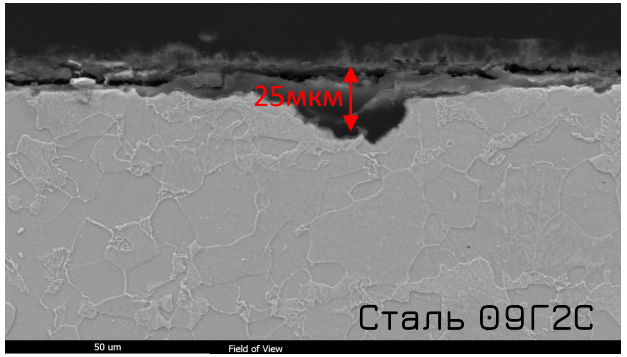
Vкорр = 15,77 мм/год



Массовая концентрация элементов, %							
C	O	Al	Mo	Cl	Ca	Cr	Fe
20,78	30,30	00,50	03,64	00,92	04,60	34,63	Ост.

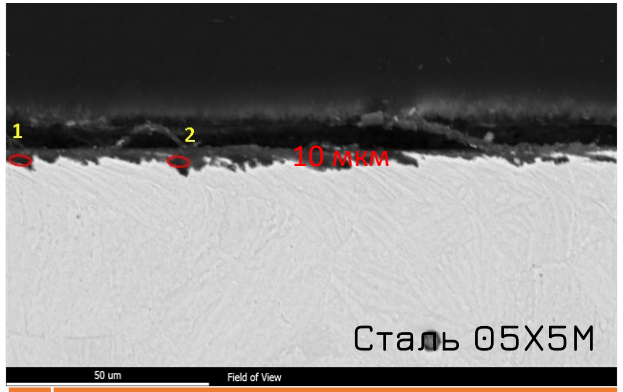
Vкорр = 5,58 мм/год

Среда 500 г/л CaCl2



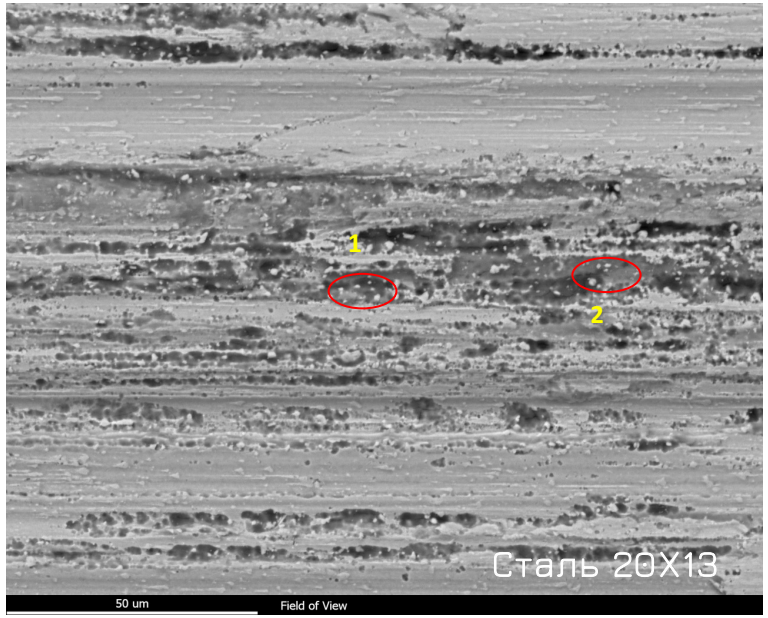
	Массовая концентрация элементов, %					
	C	O	Cl	Ca	Mn	Fe
1	74,97	14,83	01,53	04,85	01,15	Ост.

Vкорр = 1,83 мм/год



	Массовая концентрация элементов, %						
	C	O	Cl	Ca	Cr	Mn	Fe
1	19,45	06,53	02,37	45,89	06,48	00,70	Ост.
2	43,25	06,83	01,08	06,49	05,80	00,45	Ост.

Vкорр = 2,08 мм/год



	Массовая концентрация элементов, %						
	O	Si	Mo	Cl	Ca	Cr	Fe
1	15,84	00,70	00,34	01,45	00,78	19,19	Ост.
2	16,16	01,08	01,43	00,91	01,07	21,13	Ост.

Vкорр = 0,29 мм/год

Выводы

1. Растворимость углекислого газа и сероводорода падает с ростом минерализации раствора.
2. Кислотность раствора увеличивается с повышением минерализации раствора.
3. Скорость коррозии углеродистых сталей имеет максимальное значение в диапазоне концентрации солей от 0 до 5%, а затем монотонно снижается.
4. Скорость коррозии легированных сталей возрастает с повышением содержания хлорид-ионов.