

УДК 620.197.1

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ИНГИБИТОРА СЕРИИ «ИНКОРГАЗ» НА КОРРОЗИОННОЕ ПОВЕДЕНИЕ СТАЛИ В СРЕДАХ, СОДЕРЖАЩИХ H<sub>2</sub>S И CO<sub>2</sub>

© С.А. Закурнаев

Ключевые слова: ингибитор, сероводород, углекислый газ.

Оценена эффективность готовой формы ингибитора «ИНКОРГАЗ-Т30» в условиях присутствия в коррозионной высоко минерализованной среде углекислого газа и сероводорода, как совместно так и раздельно.

Введение готовой формы ингибитора новой серии «ИНКОРГАЗ» ИНКОРГАЗ-Т30 (30 % – третичный амин (а. ф.), 3 % – неионогенный ПАВ, 67 % – смешанный спиртово-углеводородный растворитель, г. Санкт-Петербург) приводит к уменьшению массовых потерь образцов из низколегированной углеродистой стали (Ст3) в рабочих агрессивных растворах NaCl (50 г/л), содержащих H<sub>2</sub>S (50–400 мг/л) и CO<sub>2</sub> (0,05–0,2 МПа равновесного избыточного давления) раздельно и совместно.

Введение ингибитора тем сильнее тормозит разрушение металла, чем больше его концентрация (по 24-часовым весовым испытаниям во всем изученном интервале концентраций ингибитора: 25–200 мг/л (в пересчете на активное начало)). В растворе соли без газа-стимулятора эффективность ингибитора минимальна (табл. 1). При введении 50 мг/л H<sub>2</sub>S защитный эффект (Z) выше, чем при его отсутствии; при 100 мг/л H<sub>2</sub>S чуть ослабевает защитное действие ингибитора. При добавлении 200 мг/л H<sub>2</sub>S защитный эффект падает до уровня Z, соответствующего примерно чистому раствору соли без добавки газа-стимулятора. Такое падение защитного эффекта характеризует данную среду как наиболее агрессивную или имеющую наихудшие условия для формирования защитной пленки сульфидов. Но при увеличении концентрации H<sub>2</sub>S до 400 мг/л защитный эффект снова начинает расти. Вышеописанная ситуация повторяется для каждой концентрации ингибитора и уже встречалась при исследовании эффективности некоторых ингибиторов класса «АМДОР» в этих средах [1]. Таким образом, максимальная защита проявляется в средах, содержащих 50 и 400 мг/л H<sub>2</sub>S и 200 мг/л замедлителя, и соответствует ≈ 75 %.

Таблица 1

Защитная эффективность (Z, %) состава Т30  
как функция его концентрации  
и содержания H<sub>2</sub>S в растворе NaCl (50 г/л)

Синг, мг/л	Z, % при C(H <sub>2</sub> S), мг/л				
	0	50	100	200	400
25	9	–	22	24	–
50	13	49	27	39	66
100	27	67	55	46	73
200	40	75	67	53	75

Таблица 2

Защитная эффективность (Z, %) состава Т30  
как функция его концентрации  
и давления CO<sub>2</sub> над рабочим раствором

Синг, мг/л	Z, % при P (CO <sub>2</sub> ) <sub>РАВН</sub> , изб. атм.			
	0	0,5	1,0	2,0
25	9	26	18	33
50	13	54	68	29
100	27	67	71	37
200	40	75	82	51

Зависимость защитного эффекта от P(CO<sub>2</sub>) имеет максимум, что уже наблюдалось в [2], соответствующий 1 изб. атмосфере (картина повторяется для всех концентраций ингибитора) и Z = 80 % (200 мг/л ингибитора) (табл. 2).

В случае комбинированной среды (100 мг/л H<sub>2</sub>S и 1 изб. атм. CO<sub>2</sub>), несмотря на совместное наличие двух мощнейших стимуляторов коррозии, наблюдается заметное увеличение защитного эффекта: уже при 25 мг/л ингибитора Z = 85 % (табл. 3). Этот интересный факт, уже встречавшийся при изучении других ингибиторов в данной среде [1], объяснить можно только образованием пленки продуктов коррозии стали, обладающей хорошими защитными свойствами (плотность, отсутствие дефектов) либо лучшей адсорбцией молекул ингибитора на ней.

Скорости коррозии, рассчитанные на основе потенциостатических измерений в тех же растворах, в целом, совпадают с гравиметрическими величинами. Почти во всех случаях ингибитор можно отнести к замедлителям анодного действия.

Таблица 3

Защитная эффективность (Z, %) состава Т30  
как функция его концентрации  
в растворе NaCl (50 г/л)

Синг, мг/л	Z, %
25	86
50	91
100	93
200	97

При всех концентрациях сероводорода максимальное изменение тока и потенциала коррозии дает  $C_{\text{инг}} = 100$  мг/л. При малых количествах сероводорода преимущественно тормозится катодная реакция, начиная с 200 мг/л  $\text{H}_2\text{S}$ , к этому прибавляется еще и торможение анодного процесса. Лишь малые концентрации Т30 могут немного стимулировать разрушение стали.

В углекислотных растворах ток коррозии уменьшается с ростом концентрации замедлителя независимо от содержания  $\text{CO}_2$  (рис. 2), что согласуется с данными гравиметрических испытаний. В средах с  $P(\text{CO}_2)_{\text{РАВН}} = 0,05$  МПа наблюдается торможение катодной реакции и небольшое ускорение анодной. Увеличение давления над рабочим раствором до 0,1 МПа несколько изменяет картину: помимо замедления катодного процесса тормозится и анодный ( $C_{\text{инг}} \geq 100$  мг/л), вероятно, поэтому  $Z$  при 1 атм  $\text{CO}_2 > Z$  при 0,5 атм. Несомненно, в торможение скорости разрушения стали ( $i_{\text{КОР}}$ ), помимо ингибитора, вносит вклад и образую-

щаяся карбонатная пленка, т. к. при  $C_{\text{инг}} = \text{const}$  она меньше при наличии  $\text{CO}_2$ , нежели при его отсутствии (рис. 3).

Максимальное торможение процесса разрушения стали продуктом Т30 в комбинированной среде видно и по поляризационным кривым (рис. 4): ненаблюдаемое в других средах значительное и закономерное снижение тока коррозии, большое смещение стационарного потенциала в положительную область пропорционально концентрации ингибитора (до 250 мВ). В среде без добавки замедлителя процесс лимитируется скоростью катодной реакции, введение ингибитора и рост его концентрации еще более тормозит эту реакцию, почти не сказываясь на анодной. Таким образом, снижение тока коррозии, облагораживание свободного потенциала и существенное торможение процесса восстановления окислителей-деполяризаторов дают такую, более чем удовлетворительную, защиту.

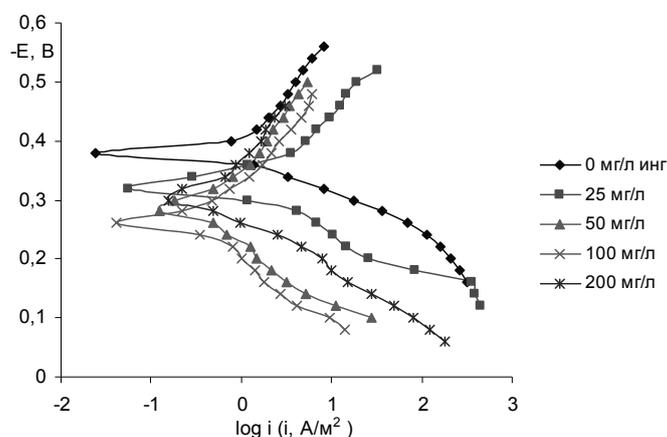


Рис. 1. Влияние концентрации ингибитора Т30 на кинетику парциальных электродных реакций на углеродистой стали в минерализованной среде, содержащей 200 мг/л  $\text{H}_2\text{S}$

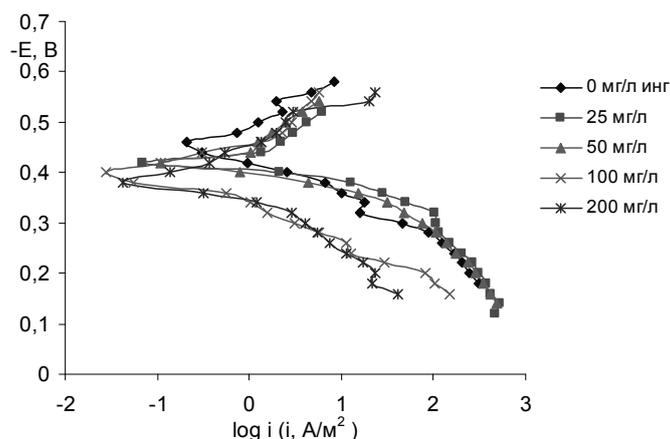


Рис. 2. Влияние концентрации ингибитора Т30 на кинетику парциальных электродных реакций на углеродистой стали в углекислотной (равновесное давление  $\text{CO}_2 - 10^5$  Па) среде

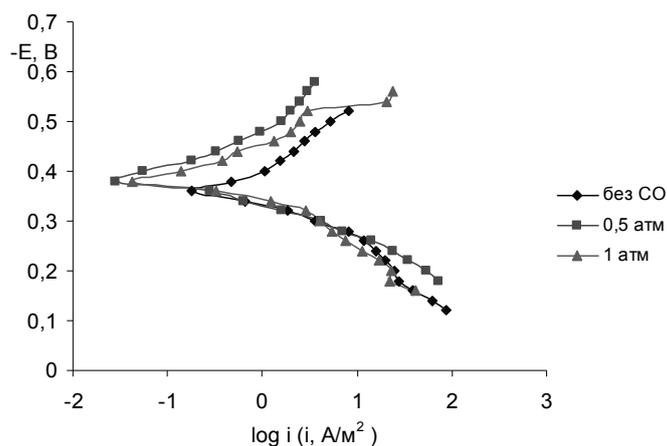


Рис. 3. Влияние содержания  $\text{CO}_2$  на кинетику парциальных электродных реакций на углеродистой стали в минерализованной среде, содержащей 200 мг/л Т30

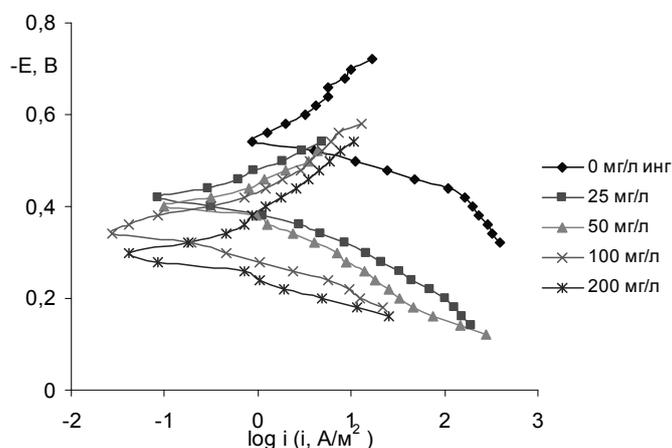


Рис. 4. Влияние концентрации ингибитора Т30 на кинетику парциальных электродных реакций на углеродистой стали в комбинированной сероводородно ( $100 \text{ мг/л H}_2\text{S}$ ) – уголекислотной (равновесное давление  $\text{CO}_2 - 10^5 \text{ Па}$ ) среде

Исследование зависимости тока диффузии водорода через стальную мембрану от  $C_{\text{инг}}$  показало, что 25 мг/л продукта Т30 оказывают стимулирующее действие. Последующий рост концентрации ингибитора снижает поток диффузии водорода. При малых  $C(\text{H}_2\text{S})$  (50–100 мг/л) рост  $C_{\text{инг}}$  позволяет подавить стимулирование и даже достичь небольшого торможения диффузии водорода через мембрану. При значительном содержании сероводорода (400 мг/л) в присутствии 200 мг/л Т30 эффект торможения диффузии также заметен.

Поступила в редакцию 18 ноября 2008 г.

Zakurnaev S.A. Influence of the inhibitor of «INCORGAZ» series on corrosion behavior of steel in the media containing  $\text{H}_2\text{S}$  and  $\text{CO}_2$ . Efficiency of the prepared form of the «INCORGAZ-T30» inhibitor in the corrosion high mineralized medium containing hydrogen sulfide and carbon dioxide together and separately has been estimated.

Key words: inhibitor, hydrogen sulfide, carbon dioxide.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вигдорович В.И., Закурнаев С.А. // Химия и химическая технология. 2008. Т. 51. Вып. № 1. С. 68–71.
2. Вигдорович В.И., Закурнаев С.А. // Практика противокоррозионной защиты. 2008. №4.

#### LITERATURE

1. Vigdorovich V.I., Zakurnaev S.A. // Chemistry and Chemical Technology. 2008. V. 51. Iss. № 1. P. 68–71.
2. Vigdorovich V.I., Zakurnaev S.A. // Anticorrosive Protection Practice. 2008. №4.