

**РОЛЬ ПРОЦЕССА АКТИВАЦИИ
ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ В СИСТЕМАХ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ РАЗЛИЧНЫМИ КИСЛОТАМИ С ЦЕЛЬЮ
СОЗДАНИЯ ЭФФЕКТИВНОЙ
ЗАЩИТНОЙ ПЛЕНКИ**

**Высоцкая Н.А., Кабылбекова Б.Н., Анарбаев А.А.,
Спабекова Р.С., Тастанбеков Б.**

*ЮКГУ «Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова», Шымкент,
e-mail: vysockaya42@mail.ru*

Проведены исследования по установлению оптимального режима активации поверхности стальных образцов минеральными и органическими кислотами с последующей обработкой поверхности образцов раствором ингибитора – силиката натрия (модуль 3) в течение различного времени обработки (от 1 до 10 суток) с целью создания эффективной защитной пленки и снижения скорости коррозии за счет высокого эффекта последствия созданной пленки.

Ключевые слова: активация поверхности, защитная пленка, эффект последствия

**THE ROLE OF THE ACTIVATION PROCESS,
THE INNER SURFACE OF OF PIPELINES IN HEATING SYSTEMS WITH
A VARIETY OF ACIDS TO PROVIDE AN EFFECTIVE PROTECTIVE FILM**

**Vysockaya N.A., Kabyzbekova B.N., Anarbayev A.A.,
Spabekova R.S., Tastanbekov B.**

M. Auezov South-Kazakhstan State University, Shymkent, e-mail: vysockaya42@mail.ru

Researches to establish the optimum mode of surface activation stable samples various inorganic and organic acids to further surface treating an inhibitor sample solution – sodium silicate (modulus 3) for different times of treatment (1 to 10 days) in order to create an effective protective film and reduction.

Keywords: surface of activation, protective film, effect implications

Традиционными промывными растворами для удаления коррозионно-накипных отложений со стальной поверхности трубопроводов в системах теплоснабжения являются растворы минеральных кислот (чаще соляной) [1], а также комплексобразующие соединения и органические кислоты, например, сульфаминовая [2]. Используя полезные свойства кислот, следует позаботиться о том, чтобы они по возможности не оказывали коррозионного воздействия на металлическую аппаратуру. Эффективным средством для исключения этого нежелательного явления служит применение различных ингибиторов коррозии [3], механизм действия которых заключается в восстановление ионов водорода, образующихся в основном вследствие диссоциации углекислоты, которая появляется в воде при растворении свободного углекислого газа и способствует тому, что начальная скорость ионизации железа становится пропорциональной концентрации ионов водорода. Большинство эффективных ингибиторов (фосфатов, фосфонатов, нитритов, триполифосфатов и др.) проявляют в нейтральных

электролитах защитные свойства благодаря пассивированию поверхности металла, в последнее время широкое применение, как ингибитора, находит силикат натрия, эффективное действие которого зависит от его модуля, используются силикаты натрия с отношением $[Na_2O]/[SiO_2]$: метасиликат натрия Na_2SiO_3 или $Na_2O \cdot SiO_2$ (модуль равен 1), $Na_2Si_2O_5$ или $Na_2O \cdot 2SiO_2$ (модуль 2), или $Na_2O \cdot 3SiO_2$ (модуль 3).

Целью исследования является установление эффективности модуля силиката натрия как ингибитора на неактивированных и активированных растворами кислот поверхностях стальных трубок; установление роли процесса активации поверхности стальных трубок различными кислотами с целью подготовки её для обработки выбранным раствором силиката натрия, способным к образованию эффективной защитной пленки с высоким эффектом последствия.

Для контроля массы железа, уходящей с поверхности металлических трубок в раствор, использовали установку с циркулирующей водой (рис. 1).



Рис. 1. Циркуляционная установка для определения количества железа, уходящего с металлической поверхности трубки

Шесть стальных трубок, площадью 0,02 м², взвешенных на аналитических весах (три активированных кислотой в течение четырех часов, три других неактивированных кислотой), погружались в растворы ингибитора с различным модулем на 12 часов, затем через обработанные ингибитором трубки в циркуляционном режиме пропусклась вода со скоростью циркуляции 0,5 м/с, по массе железа, перешедшей со стальной поверхности трубок в раствор, рассчитывалась скорость коррозии.

В табл. 1 приведены данные показателей скорости коррозии на активированных и неактивированных кислотой стальных трубках, обработанных в растворах ингибитора с различным модулем.

Из табличных данных видно снижение скорости коррозии на активированных кислотой образцах, обработанных ингибитором с модулем $m=3$.

На рис. 2 приведена графическая зависимость скорости коррозии на стальной поверхности трубки от модуля ингибитора.

Как видно из рисунка, наименьшая скорость коррозии наблюдается на активированных кислотой образцах и обработанных ингибитором силикатом натрия с модулем 3 (кривая 1).

Снижение скорости коррозии на активированной поверхности стальной трубки, обработанной ингибитором с модулем $m=3$ можно объяснить образованием эффективной защитной пленки, сформированной из высокомодульного силиката натрия, механизм формирования такой защитной пленки как-бы разбит на две стадии:

- на первой стадии происходит ионизация железа с образованием гидроксида железа, способного к взаимодействию с силикатом натрия и образованию ферросиликата сложного состава;

- на второй стадии эти ферросиликаты формируют первоначальную ферросиликатную защитную пленку.

Защитные характеристики, вероятно, будут зависеть от времени выдержки образцов в растворе ингибитора

Для последующих исследований, по установлению влияния процесса активации различными кислотами поверхности стальных образцов на скорость коррозии, использовали ингибитор с модулем 3 и различное время выдержки образцов в растворе ингибитора (до 8 суток).

Стальные трубки, площадью 0,02 м², взвешенные на аналитических весах и подготовленные к исследованию, активировались растворами кислот – соляной,

Таблица 1

Показатели скорости коррозии стальной трубки в зависимости от модуля ингибитора

Ингибитор, показатель модуля (m)	Скорость коррозии, г/м ² ·ч	
	активированная поверхность образца	неактивированная поверхность образца
Na ₂ SiO ₃ , m=1	0,078	0,100
Na ₂ SiO ₃ , m=2	0,042	0,075
Na ₂ SiO ₃ , m=3	0,010	0,054

щавелевой, лимонной, сульфаминовой в течение 4-х часов (обычно минимальное время очистки на практике), ополаскивались водой и быстро погружались в раствор силиката натрия при комнатной температуре. Обработанные таким образом трубки вынимались из раствора ингибитора через одни сутки, а каждые последующие через двое суток и затем через эти трубки в циркуляционном режиме пропускалась вода со скоростью циркуляции 0,5 м/с по массе железа, перешедшей со стальной поверхности труб-

ки для каждой выдержки, рассчитывалась скорость коррозии. Данные исследований приведены в табл. 2-5.

При расчете потерь железа с активированных кислотами образцов стальных трубок учитывали, что с массы железной пластинки 780 г. (плотность Fe составляет 7,8 г/см³) уходит в год 100 мкм, тогда, умножив рассчитанную скорость коррозии на 365 суток, получили потери от коррозии в мм/год для каждой из исследованных кислот (п.5, табл. 2-5).

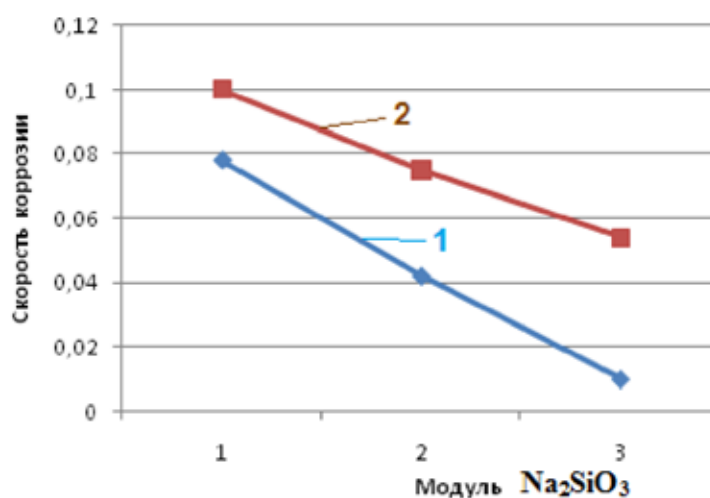


Рис. 2. Зависимость скорости коррозии от модуля ингибитора на активированных (кривая 1) и неактивированных (кривая 2) кислотой стальных образцах

Таблица 2

Показатель скорости коррозии на активированной 5%-й сульфаминовой кислотой поверхности стальной трубки в зависимости от времени выдержки в растворе ингибитора – силиката натрия с модулем 3

Время выдержки в растворе ингибитора, сутки	Концентрация ингибитора, мг/л	Масса железа, ушедшая с поверхности при активации, г	Скорость коррозии, г/м ² ч	Потери от коррозии на образце, мм/год
1	2	3	4	5
1	3000	0,0046	0,0110	0,00500
2	3000	0,0051	0,0051	0,00230
4	3000	0,0042	0,0021	0,00095
6	3000	0,0031	0,0010	0,00045
8	3000	0,0028	0,0007	0,00031

Таблица 3

Показатель скорости коррозии на активированной 5%-й лимонной кислотой поверхности стальной трубки в зависимости от времени выдержки в растворе ингибитора-силиката натрия с модулем 3

Время выдержки в растворе ингибитора, сутки	Концентрация ингибитора, мг/л	Масса железа, ушедшая с поверхности при активации, г	Скорость коррозии, г/м ² ч	Потери от коррозии на образце, мм/год
1	2	3	4	5
1	3000	0,0199	0,0410	0,0187
2	3000	0,0097	0,0100	0,0045
4	3000	0,0091	0,0047	0,0021
6	3000	0,0086	0,0029	0,0013
8	3000	0,0078	0,0020	0,0009

Таблица 4

Показатель скорости коррозии на активированной 5%-й щавелевой кислотой поверхности стальной трубки в зависимости от времени выдержки в растворе ингибитора – силиката натрия с модулем 3

Время выдержки в растворе ингибитора, сутки	Концентрация ингибитора, мг/л	Масса железа, ушедшая с поверхности при активации, г	Скорость коррозии, г/м ² ч	Потери от коррозии на образце, мм/год
1	2	3	4	5
1	3000	0,0078	0,0162	0,0070
2	3000	0,0076	0,0079	0,0036
4	3000	0,0072	0,0037	0,0016
6	3000	0,0065	0,0022	0,0010
8	3000	0,0040	0,0010	0,0004

Таблица 5

Показатель скорости коррозии на активированной 5%-й соляной кислотой поверхности стальной трубки в зависимости от времени выдержки в растворе ингибитора-силиката натрия с модулем 3

Время выдержки в растворе ингибитора, сутки	Концентрация ингибитора, мг/л	Масса железа, ушедшая с поверхности при активации, г	Скорость коррозии, г/м ² ч	Потери от коррозии на образце, мм/год
1	2	3	4	5
1	3000	0,024	0,0510	0,0230
2	3000	0,034	0,0360	0,0160
4	3000	0,017	0,0091	0,0042
6	3000	0,016	0,0056	0,0026
8	3000	0,015	0,0041	0,0019

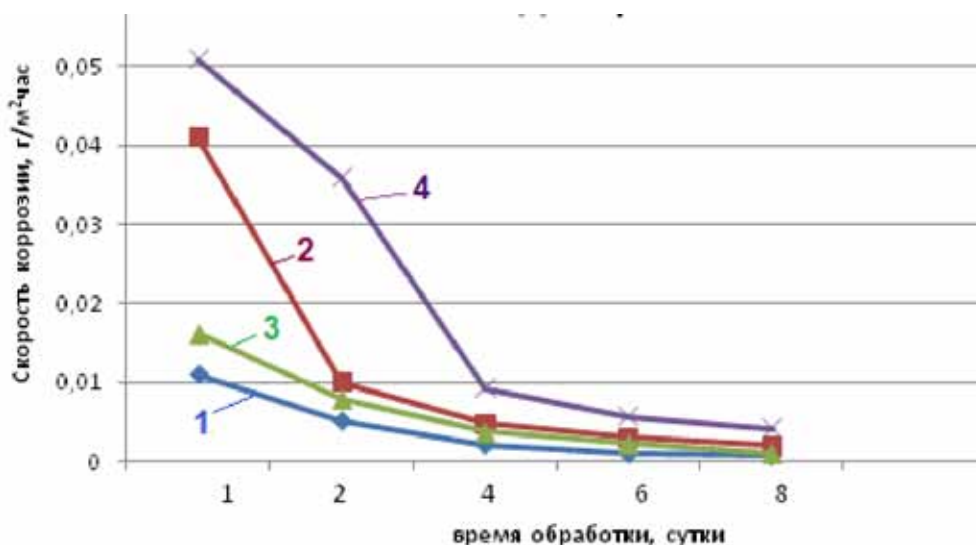


Рис. 3. Зависимость скорости коррозии от времени выдержки в растворе ингибитора образцов, активированных различными кислотами: сульфаминовая (кривая 1), щавелевая (кривая 2), лимонная (кривая 3), соляная (кривая 4)

При анализе и сравнении показателей скорости коррозии и показателей потерь железа в мм/год на образцах, активированных различными кислотами и обработанных ингибитором с различным временем выдержки образцов в растворе ингибитора (табл. 2 и 5) установили, что: наибольшая скорость коррозии и наибольшие потери от коррозии наблюдаются на образцах, активированных соляной кислотой, а наименьшие – на образцах, активированных сульфаминовой кислотой (потерь железа с поверхности стальной трубки меньше в 6 раз, а скорость коррозии ниже в 5,8 раз). Показатели скорости коррозии и потери от коррозии в мм/год на образцах, активированных лимонной и щавелевой кислотами (табл. 2 и 3), имеют значения близкие к показателям скорости коррозии на образцах, обработанных сульфаминовой кислотой.

На рис. 3 приведена графическая зависимость скорости коррозии стальных образцов, активированных различными кислотами от времени выдержки в растворе ингибитора.

Как видно из кривых рисунка, скорость коррозии на стальных образцах, активиро-

ванных сульфаминовой кислотой и обработанных в растворе ингибитора заметно ниже, чем на образцах, активированных другими кислотами (кривая 1).

Выводы

1. Установлены оптимальные условия и режимы процесса активации металлической поверхности кислотами.
2. Произведен выбор кислоты для активации поверхности образцов.
3. Проведены исследования сравнения показателей скорости коррозии на неактивированных и активированных поверхностях стальных образцов
4. Установлен оптимальный показатель модуля ингибитора для дальнейших исследований.

Список литературы

1. Акользин П.А. Предупреждение коррозии оборудования технического водо- и теплоснабжения. – М.: Metallurgia, 1988. – 94 с.
2. Маргулова Т.Х., Мартынова О.И. Водные режимы тепловых и атомных электростанций. – М.: Высшая школа, 1987. – С.295–297.
3. Розенфельд И.Л. Ингибиторы коррозии. – М.: Химия, 1977. – 349 с.