

РЕЗУЛЬТАТЫ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ТЕРМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ КОРРОЗИИ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБ

В. О. Кученев

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научные руководители: А. С. Асадчев, А. Г. Ракутько

Коррозия оборудования в нефтепромысловых системах является электрохимической и обусловлена присутствием в добываемой продукции минерализованной водной фазы и растворенных в ней коррозионных газов: сероводорода (H_2S) и углекислого газа (CO_2). На скорость протекания коррозии оказывают влияние ряд внешних и внутренних факторов, одним из таких является температура [1].

Температура оказывает в большинстве случаев значительное влияние на скорость электрохимической коррозии металлов, так как изменяет скорость диффузии, перенапряжение электродных процессов, степень анодной пассивности, растворимость деполаризатора (например, кислорода) и вторичных продуктов коррозии. При ее повышении скорость коррозии, как правило, возрастает. Это вызвано следующими основными причинами:

- увеличением скорости диффузии деполаризатора к поверхности металла и продуктов коррозии от поверхности металла;
- снижением перенапряжения и увеличением скорости электрохимических реакций;
- отложением солей на корродирующую поверхность.

Принято считать, что карбонат кальция ($CaCO_3$) является защитным осадком. Это справедливо для относительно пресных вод, содержащих кислород. Осадок $CaCO_3$ в этом случае плотный, хорошо сцеплен с металлом (особенно если осадкообразование вызвано повышением температуры), блокирует дальнейшее развитие коррозии, разделяя среду и металл. Такой механизм может реализовываться и в бескислородных нефтепромысловых системах. Однако здесь осадок $CaCO_3$ не столь плотен и однороден, намного легче удаляется с поверхности металла, а места его отслаивания становятся активными анодами [2].

Карбонат железа ($FeCO_3$) также традиционно относят к осадкам защитного типа. Анализ литературных данных показал, что осаждение $FeCO_3$ не обязательно приводит к формированию защитного слоя на поверхности металла. В работе [2] указано, что защитный слой $FeCO_3$ может образовываться лишь при температуре выше $60\text{ }^\circ\text{C}$. Обосновывают это тем, что скорость углекислотной коррозии с повышением температуры проходит максимум при $70\text{--}80\text{ }^\circ\text{C}$, а снижение коррозии при более высокой температуре ($>100\text{ }^\circ\text{C}$) связывают с формированием защитного сидеритового слоя. В исследованиях встречается, что в интервале температуры $60\text{--}100\text{ }^\circ\text{C}$ слой сидерита не является защитным. При дальнейшем повышении температуры $FeCO_3$ претерпевает морфологические изменения, уплотняется и приобретает защитные функции.

При определенных сочетаниях температуры, парциального давления углекислого газа и химического состава водной фазы возможно осаждение карбоната кальция. При этом, в отличие от процессов электрохимической коррозии с кислородной деполаризацией, где в углекислотных водных средах может образовываться осадок карбоната кальция, обладающий высокой адгезией к металлу и защитными свойст-

вами, углекислотная коррозия углеродистой стали в деаэрированных водах стимулируется совместным осаждением на металлическую поверхность коррозита и карбоната кальция [2].

БелНИПИнефть был проведен ряд экспериментов на стендовом оборудовании «АА-КОНКОР» по оценке влияния температуры на скорость коррозии трубной стали марки 30Г.

Все испытания проводились в циркуляционном контуре при постоянной скорости потока 0,2 м/с, соответствующей движению скважинной продукции в насосно-компрессорных трубах диаметром 73 мм при дебите 50 м³/сут; давлении 20 МПа; плотности среды 1,17 г/см³. За основу бралась модельная водная среда по ГОСТ 9.506–87. Плотность среды и давление испытаний были выбраны на основании анализа фактических промысловых данных, при которых отмечено интенсивное протекание коррозионных процессов подземного оборудования скважин НГДУ «Речицанефть». Согласно промысловым данным было принято содержание растворенных в воде H₂S на уровне 2 мг/л, CO₂ – 48 мг/л. Для контроля за изменением параметров рабочей среды в начале эксперимента, и далее ежедневно отбирались пробы для определения содержания растворенного углекислого газа и сероводорода. Температура потока поддерживалась постоянной и составляла 20, 35, 70 °С в каждом стендовом испытании соответственно. Экспериментально было установлено, что при невысоком содержании сероводорода, достаточное время испытаний составляет 3 сут, за это время скорость коррозии стабилизируется.

Испытания проводились на трех образцах-свидетелях, установленных на вертикальном участке циркуляционного контура. После соответствующей подготовки образцы устанавливались в ячейки испытательной установки с последующим полным погружением в рабочую среду с заданными параметрами. Скорость коррозии оценивалось гравиметрическим методом. Полученные результаты представлены в таблице.

Результаты определения скорости коррозии трубной стали марки 30Г при различных температурах

Концентрация, мг/л		Температура, °С	Скорость коррозии, мм/год	Среднее значение
CO ₂	H ₂ S			
45	1,1	20	0,9	1,0
			1,0	
			1,2	
50	1,7	35	2,1	2,1
			2,3	
			2,0	
48	3,5	70	4,9	4,6
			4,3	

По результатам полученных данных была построена зависимость скорости коррозии трубной стали от температуры, представленная на рисунке.

Как видно из графика, отличие между образцами свидетелями невелико, что свидетельствует о сходимости результатов эксперимента. Скорость коррозии в диапазоне температур 20–70 °С возрастает и имеет линейный вид, что сопоставимо с литературными данными [3], [4].

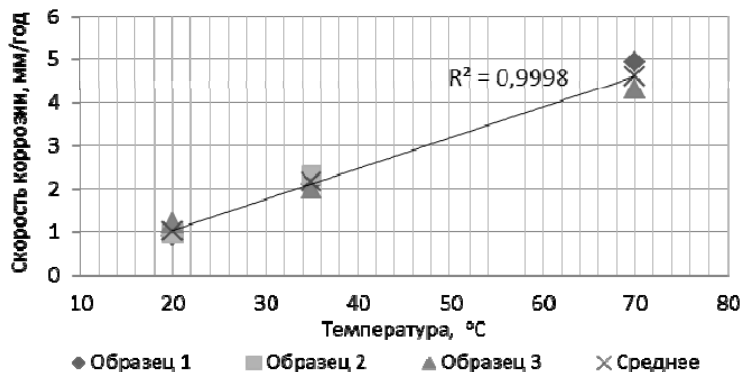


Рис. 1. Зависимость скорости коррозии трубной стали марки 30Г от температуры модельной среды

- По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы:
- зависимость скорости коррозии трубной стали от температуры имеет линейный характер;
 - скорость коррозии трубной стали марки 30Г увеличивается с ростом температуры по зависимости $v = 0,0715t - 0,392$, в условиях постоянного давления и состава среды;
 - в данных экспериментах увеличение температуры не привело к усилению защитных свойств отложений солей CaCO_3 и FeCO_3 .

Литература

1. Жук, Н. П. Коррозия и защита металлов / Н. П. Жук. – М. : Машгиз, 1957. – 328 с.
2. Маркин, А. Н. Нефтепромысловая химия: практическое руководство / А. Н. Маркин, Р. Э. Низамов, С. В. Суховерхов. – Владивосток : Дальнаука, 2011. – 288 с.
3. Воробьева, Г. Я. Коррозионная стойкость материалов / Г. Я. Воробьева. – М. : Химия, 1975. – 816 с.
4. Семенова, И. В. Коррозия и защита от коррозии / И. В. Семенова, Г. М. Флорианович, А. В. Хорошилов. – М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. – 336 с.