

Б.А. Шишканов, И.Р. Бегишев, И.И. Реформатская
КИНЕТИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОРРОЗИОННЫХ
ПРОЦЕССОВ НА ВНУТРЕННЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РЕЗЕРВУАРОВ
С СЕРНИСТОЙ НЕФТЬЮ

При добыче нефти из продуктивных пластов месторождения извлекается газожидкостная смесь (пластовая жидкость), состоящая из нефти, воды и попутного газа. Существует мнение, что из трех составляющих добываемого продукта наиболее коррозионно активна минерализованная вода, а нефть и газ при обычных температурах хранения нефти с металлом не взаимодействуют. Однако вода, содержащая водорастворимые компоненты нефти (например, сероводород и различные серосодержащие кислоты), при хранении нефти конденсируется на контактирующих с газовой фазой металлических конструкциях, создавая возможность развития электрохимической коррозии.

Это приводит к парадоксальному факту: скорость коррозии металла в газовой фазе нефтяных резервуаров оказывается выше, чем в водной и нефтяной. До настоящего времени систематические исследования кинетики коррозионных процессов на различных поясах внутренней поверхности резервуаров с сернистой нефтью не проводились.

Вместе с тем, повышение вероятности протекания коррозионных процессов приводит не только к потере резервуарами эксплуатационных свойств задолго до истечения расчетного срока их эксплуатации, но и вызывает возможность самовозгорания нефти вследствие высокой пирофорной активности продуктов коррозии.

Авторами проведены исследования кинетики коррозионного процесса резервуарной стали 3 на различных поясах товарных и сырьевых резервуаров с сернистой нефтью, переведенных на эксплуатацию в условиях замены собственной газовой фазы на азотную подушку.

В водной, нефтяной и газовой фазах резервуаров проводили длительные (5112, 7320 и 12912 ч) натурные испытания образцов резервуарной стали 3. Скорость общей коррозии K_o металла рассчитывали по результатам гравиметрических испытаний, характер коррозионного процесса и скорость локальной коррозии $K_{\text{л}}$ определяли с использованием оптического микроскопа НЕОРНОТ-32 по глубине очагов локальной коррозии, образовавшихся за время испытаний на поверхности образцов.

Сравнение результатов 3-х выемок позволяет заключить, что с течением времени K_o в газовой и нефтяной фазах товарного и сырьевого резер-

вуаров падает в 2-4 раза. В водной фазе сырьевого резервуара K_0 остается практически неизменной в течение всего периода испытаний (табл. 1).

В целом, согласно результатам гравиметрических испытаний, условия коррозии стали в сырьевом резервуаре менее агрессивны, чем в товарном. Однако гравиметрический метод позволяет определить лишь K_0 , тогда как коррозии подвергается не вся поверхность металла, а лишь ее отдельные, незначительные по площади участки.

Это не позволяет считать результаты, полученные гравиметрическим методом, достоверными – K_0 существенно занижена, по сравнению с реальной скоростью коррозии K внутренней поверхности резервуаров.

Таблица 1

Скорость общей коррозии (мм/год) стали в резервуарах с сернистой нефтью

Резервуар	Среда	Время натурных испытаний, час, период испытаний		
		5112, январь-июль 2004 г.	7320, январь-ноябрь 2004 г.	12912, январь 2004 г. – июль 2005 г.
Товарный	Газ	0,018	0,0053	0,0085
	Нефть	0,00042	0,0016	0,00015
	Вода	0,021	0,0042	-
Сырьевой	Газ	0,0008	0,0015	0,00021
	Нефть	0,00047	0,0006	0,00023
	Вода	0,002	0,0018	0,0027

K_d стали 3 в газовой и нефтяной фазах товарного резервуара с течением времени падает, а сырьевого – стабилизируется после первоначального снижения. Через 12912 ч экспозиции K_d во всех трех фазах сырьевого и газовой фазе товарного резервуаров оказывается практически одинаковой и составляет 0,027-0,028 мм/год (табл. 2).

В товарном резервуаре наиболее коррозионно опасной зоной оказывается газовая фаза, где скорость коррозии в 5-6 раз выше, чем в нефтяной.

Таблица 2

Скорость локальной коррозии стали в резервуарах с сернистой нефтью

Резервуар	Среда	Время натурных испытаний, час, период испытаний		
		5112, январь-июль 2004 г.	7320, январь-ноябрь 2004 г.	12912, январь 2004 г. – июль 2005 г.
Товарный	Газ	0,12	0,043	0,027
	Нефть	0,051	0,010	0,0047
	Вода	0,137	0,021	-

Сырьевой	Газ	0,085	0,027	0,027
	Нефть	0,051	0,021	0,028
	Вода	0,068	0,049	0,027

Таким образом, по результатам полуторогодовых испытаний на всех уровнях (газ, нефть, вода) исследованных резервуаров коррозия имеет ярко выраженный локальный характер.

Скорость коррозии, определенная гравиметрическим методом, на порядок занижена, по сравнению с реальной скоростью развития очагов локальной коррозии. При всех условиях испытаний скорость коррозии сначала снижается, а затем стабилизируется.