

Выводы по работе

1. В хромсодержащих марках стали скорость коррозии зависит от процентного содержания хрома в продуктах коррозии. С увеличением его содержания скорость коррозии падает.
2. С увеличением срока эксплуатации хромсодержащих сталей количество хрома в коррозионных отложениях на их поверхности повышается, а скорость коррозии снижается.
3. Коррозионные отложения на всех исследованных трубах содержат хлориды. На трубах из стали 20 и 20КСХ наибольшее количество хлоридов содержится в слое продуктов коррозии, непосредственно прилегающем к поверхности трубы, на хромсодержащих марках (13ХФА и 08ХМФЧА) накопление хлоридов у поверхности не наблюдается. По-видимому, это связано со свойствами хромсодержащих продуктов коррозии, обладающих ионоселективностью, что замедляет диффузию хлоридов к поверхности трубы.

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА, ФОРМЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ ПРИ МОДИФИЦИРОВАНИИ РЗМ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ

Иоффе А. В., Тетюева Т. В., Денисова Т. В., Зырянов А. О.

*ООО «Самарский научно-технический центр», Самара, Россия,
motom@yandex.ru*

Одним из основных факторов, определяющих зарождение и скорость развития коррозии нефтяных труб из низкоуглеродистых и низколегированных сталей в H_2S и CO_2 -содержащих средах являются неметаллические включения, в частности их количество, состав, размер, форма и распределение. Наиболее эффективным способом воздействия на неметаллические включения является внепечная обработка стали комплексными модификаторами, содержащими Са и РЗМ.

Целью работы является повышение коррозионной стойкости нефтепроводных труб на основе воздействия модифицирования церием на состав, размеры и форму неметаллических включений.

В качестве объектов исследования использованы образцы металла бесшовных труб, изготовленных из стали 13ХФА (С-0,14%, Cr-0,53%, Si-0,34%, V-0,052%) 4 различных плавки. Плавки отличаются количеством вводимой церийсодержащей проволоки (порошковая проволока с наполнением комплексным модификатором, содержащим Са и РЗМ).

Плавка № 1 – металл, подвергнут обработке кальцийсодержащей проволокой. В качестве модификатора использовался алюминат кальция (AlCa). Масса модификатора – 147кг.

Плавки № 2, № 3, № 4 – металл, подвергнут обработке церийсодержащей проволокой в количестве 700, 900 и 1000 метров, что соответственно составляет 0,215; 0,260; 0,282 кг/т по РЗМ. В качестве модификатора использовался ферроцерий (FeCe – проволока).

В настоящей работе рассматриваются факторы, обусловившие изменение количества, формы, размера и состава неметаллических включений, значительное повышение коррозионной стойкости труб из стали 13ХФА (данные приведены в предшествующей статье).

Степень загрязненности металла труб неметаллическими включениями измеряли по ГОСТ 1778 (метод Ш4). Оценку делали по максимальному баллу (табл.1). Введение модификатора РЗМ позволило уменьшить загрязненность металла неметаллическими включениями, которая снижается с ростом количества модификатора. Для плавки №4 сульфиды удлиненной формы отсутствуют, оксидные строчки менее 1б балла и оксиды точечные не превышают 0,5а балла.

Анализ формы, фазового и химического состава неметаллических включений проводили на микрошлифах металла труб, отобранных от середины слитка и с начала разливки. Локальный качественный и полуколичественный анализ неметаллических включений в металле труб проводился с помощью электронной микроскопии и микроанализатора EDAX PV1800.

Неметаллические включения в металле трубы (рис. 1), преимущественно, состоят из двух фаз и представлены сульфидом кальция (темная составляющая) и сульфидом кальция, церия и лантана (светлая составляющая).

Таблица 1. Загрязненность металла неметаллическими включениями

Примечание	Место отбора металла труб	Сульфиды	Оксиды точечные	Оксиды строчечные
		максимальный балл	максимальный балл	максимальный балл
Плавка №1 (Са)	центральная часть слитка	3 б	3 а	3 б
Плавка №2 (Се 700м)	головная часть слитка	3 а	1 а	2,5 б
	центральная часть слитка	2 а	0,5 а	3 а
	донная часть слитка	1 а	0,5 а	3 б
Плавка №3 (Се 900м)	центральная часть слитка	0	0,5 а	1 а
Плавка №4 (Се 1000м)	головная часть слитка	0	0,5 а	1 б
	центральная часть слитка	0	0,5 а	0,5 б
	донная часть слитка	0	0,5 а	0

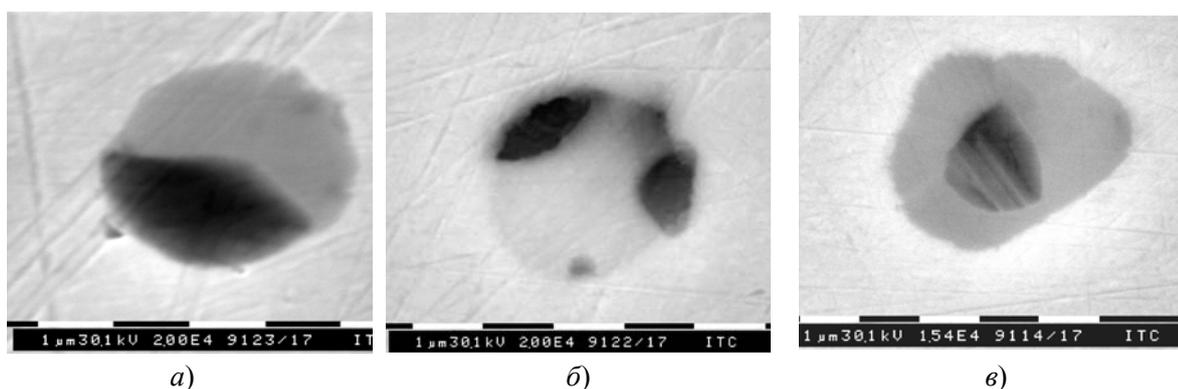


Рис. 1. Неметаллические включения в металле трубы стали 13ХФА после проката (x20000): а) плавка №2, б) плавка №3, в) плавка №4.

Наиболее стабильны по химическому составу и форме включения в металле плавки №4. Включения представлены окисульфидами и состоят из ядра фазы, обогащенной кальцием, окруженной оболочкой фазы, обогащенной РЗМ. Однородность химического состава включений подтверждается результатами статистического анализа.

Выводы

1. Модифицирование РЗМ приводит к уменьшению степени загрязненности металла неметаллическими включения, получению сульфидов типа (Fe,Mn)S округлой формы и образованию сложных оксисульфидов кальция, церия, лантана.
2. При введении РЗМ в количестве 0,282кг/т (1000 метров, плавка №4) происходит полное модифицирование неметаллических включений. Включения приобретают округлую форму с ядром (фаза, обогащенная кальцием) окруженным оболочкой (фаза, обогащенная РЗМ). В металле плавки №4 полностью отсутствуют удлиненные сульфиды.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ РЗМ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Иоффе А. В., Денисова Т. В., Зырянов А. О., Борисенкова Е. А., Князькин С. А.

*ООО «Самарский научно-технический центр», Самара, Россия,
motom@yandex.ru*

Внутренняя коррозия является основной причиной низкой работоспособности нефтепроводных труб, которая наиболее интенсивно развивается при транспортировке сред с повышенным содержанием H₂S и CO₂. Коррозионное разрушение проявляется в виде водородного растрескивания (ВР), сульфидного коррозионного растрескивания под напряжением (СКРН) и язвенной углекислотной коррозии. Скорость развития коррозии определяется химическим составом, структурой, загрязненностью стали неметаллическими включениями и другими параметрами.

Целью работы является повышение коррозионной стойкости нефтепроводных труб из низколегированных, низкоуглеродистых сталей на основе исследования влияния модифицирования церием.

В качестве объектов исследования использованы образцы металла бесшовных труб, изготовленных из стали 13ХФА (С-0,14%, Cr-0,53%, Si-0,34%, V-0,052%) 4 различных плавков. Плавки отличаются количеством вводимой церийсодержащей проволоки (порошковая проволока с наполнением комплексным модификатором, содержащим Са и РЗМ).

Плавка № 1 – металл, подвергнут обработке кальцийсодержащей проволокой. В качестве модификатора использовался алюминат кальция (AlCa). Масса модификатора – 147кг.

Плавки № 2, № 3, № 4 – металл, подвергнут обработке церийсодержащей проволокой в количестве 700, 900 и 1000 метров, что соответственно составляет 0,215, 0,260, 0,282, кг/т по РЗМ. В качестве модификатора использовался ферроцерий (FeCe – проволока).

Коррозионные испытания металла труб из исследуемых плавков проводили на стойкость к СКРН, на стойкость к ВР и на стойкость к общей коррозии по стандарту NACE и с добавлением соляной кислоты (табл. 1).

Для испытаний на бактерицидную коррозию образцы помещали в питательную среду Постгейта, зараженную музейными формами СВБ, и выдерживали в термостате. Количество адгезированных клеток на поверхности образца подсчитывали по специальной компьютерной программе на 25 полях зрения при увеличении 3000 раз, а также проводили оценку по приросту бактериальной массы (табл. 2).

Соответственно были проведены механические испытания металла труб исследуемых плавков на растяжение и ударную вязкость.