

ОБРАЗОВАНИЕ ТРЕЩИН НА ПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДАХ ИЗ МЕТАЛЛОПЛАСТМАССОВЫХ ТРУБ

Гараев И.Г.

Уфимский государственный нефтяной технический университет

email: IlmirGaraev@mail.ru

Промысловые трубопроводы перекачивают агрессивные среды, которые вызывают интенсивные коррозионные разрушения внутренней поверхности трубопроводов. Целью работы является исследование коррозионного разрушения металлопластмассовых промысловых трубопроводов и определение причин их возникновения. На основании результатов проведенных исследований агрессивности перекачиваемой среды и металла промысловых трубопроводов показано, что одной из причин их разрушения является растрескивание. Проведенный комплекс лабораторных исследований показал, что наиболее вероятной причиной возникновения трещин является водород, выделяющийся при работе протектора.

Ключевые слова: металлопластмассовые трубы, протектор, макрогальванопара, коррозионное разрушение промысловых трубопроводов

Продукция нефтяных и газовых скважин представляет собой многокомпонентную смесь, состоящую из нефти, газа, воды и различных примесей. В процессе движения этой смеси по трубопроводам происходят различные физические и химические процессы (отложение парафинов, солей, абразивный износ, коррозионное разрушение поверхности), в результате которых нарушается нормальная работа трубопровода. Для обеспечения эффективной работы трубопроводов необходимо предотвратить возможность развития этих процессов. Применением металлопластмассовых труб (рис. 1) в системе нефтесбора и поддержания пластового давления нефтепромыслов удалось повысить надежность трубопроводной системы, значительно сократить количество отказов [1].

Металлопластмассовая труба (МПТ) – это стальная труба, защищённая от коррозионного воздействия транспортируемой среды по внутренней поверхности за счёт футерующей полиэтиленовой оболочки и по наружной поверхности от почвенной коррозии за счёт полимерной изоляции. Концы МПТ имеют конструкцию, позволяющую при сооружении трубопровода осуществлять сварное соединение по традиционной технологии, с помощью электродуговой сварки. Протек-

тор из алюминиевого сплава 1915, находящийся в конструкции стыка, защищает от коррозии внутреннюю поверхность трубы на весь срок эксплуатации трубопровода. Для изготовления МПТ используют стальные трубы, из марки стали 20 группы В по ГОСТ 8731-74 и ГОСТ 10705-80.

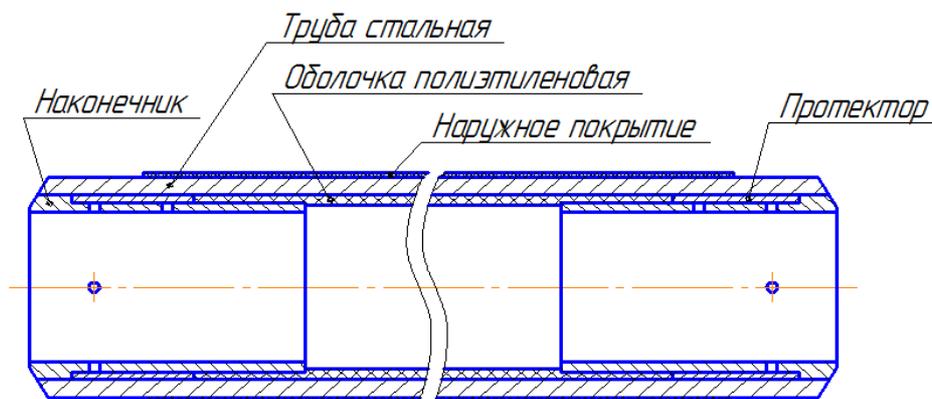


Рисунок 1. Конструкция металлопластмассовой трубы

Однако в ходе эксплуатации МПТ на месторождениях Татарстана выявили случаи растрескивания металла трубы в зоне сварного шва и по телу трубы (до 30 % от всех отказов).

Для определения причин образования трещин были исследованы два отказавших элемента с промысловых трубопроводов из МПТ: агрессивность перекачиваемой по ним среды, сняты потенциодинамические поляризационные кривые.

Образец №1 (рис. 2) – разводящий водовод $\varnothing 89 \times 7$ от КНС (кустовая насосная станция) до скважины, протяженностью 4,085 км, был запущен в 2000 г., транспортирует сточную воду, рабочее давление 1176,72 кгс/см², температура перекачиваемой жидкости 10 °С, отказ был обнаружен в мае 2009 года.

Образец №2 (рис. 3) – разводящий водовод $\varnothing 114 \times 9$ от КНС до скважины, протяженностью 3,693 км, был запущен в 1995 г., транспортирует сточную воду, рабочее давление 1470,9 кгс/см², температура перекачиваемой жидкости 20 °С, отказ был обнаружен в мае 2009 года.



Рисунок 2. Коррозионная трещина трубопровода из МПТ в зоне сварного шва



Рисунок 3. Коррозионная трещина трубопровода из МПТ по телу трубы

Химический состав перекачиваемой водоводами среды (табл. 1) указывает на высокое содержание хлоридов, однако хлоридов в среде водовода (образец №2) в 1,3 раза больше. Содержание оксида углерода и сероводорода в среде водовода (образец № 1), превышает его содержание в среде водовода (образец № 2), в 1,7 и 2 раза соответственно.

Присутствие в воде неорганических солей, особенно хлоридов и сульфатов, ускоряет коррозию, так как увеличивает электропроводность воды. Кроме того, хлориды затрудняют формирование защитных пленок. Щелочные водные среды менее агрессивны, чем кислые или нейтральные.

Для определения скорости коррозии снимались поляризационные потенциодинамические кривые на поверхности протектора и на поверхности металла на образце № 1 (рисунок 4) и на устье трещины и на поверхности металла на образце № 2 (рисунок 5) в пластовых водах месторождений. На рис. 6, 7 представлены потенциодинамические поляризационные кривые для образцов № 1 и № 2.

Таблица 1

Химический состав перекачиваемой среды

Химический состав среды из трубопровода для образца № 1	Химический состав среды из трубопровода для образца № 2
H ₂ S	
13,6 мг/л	6,31 мг/л
Cl	
84990 мг/л	113450 мг/л
CO ₂	
84,8 мг/л	50,29 мг/л
O ₂	
0,05 мг/л	0,05 мг/л
pH	
6,3	6,15
Ca	
9393 мг/л	15230 мг/л
Mg	
1900 мг/л	3405 мг/л
SO ₄	
3,6 мг/л	146 мг/л
HCO ₃	
220 мг/л	134 мг/л

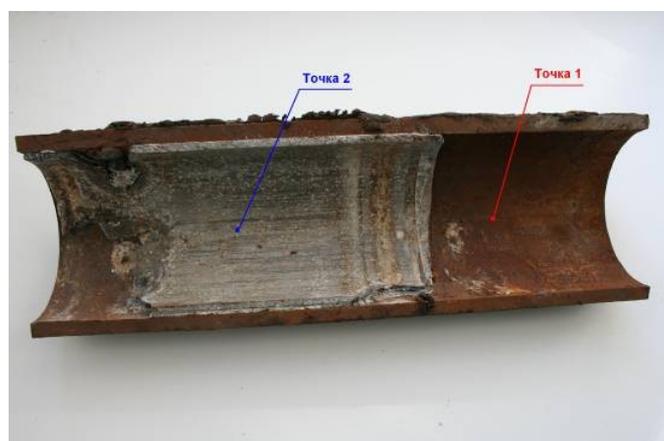


Рисунок 4. Точки снятия поляризационных кривых на образце № 1



Рисунок 5. Точки снятия поляризационных кривых на образце № 2

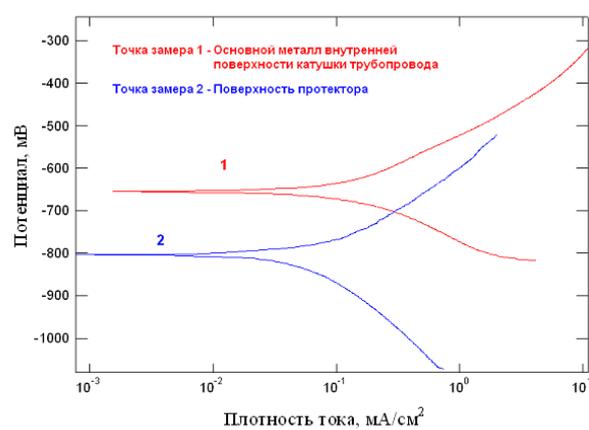


Рисунок 6. Потенциодинамические поляризационные кривые образца № 1

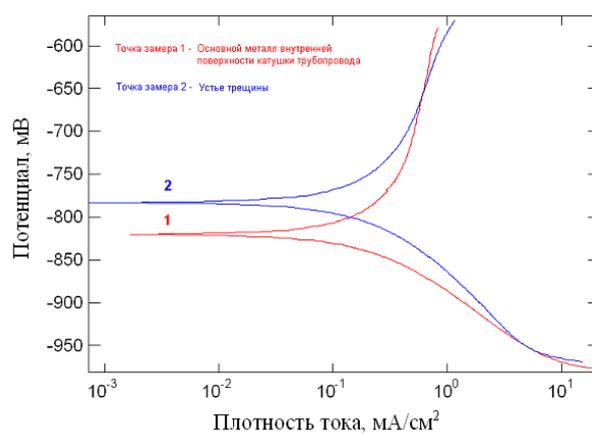


Рисунок 7. Потенциодинамические поляризационные кривые образца № 2

Как видно из приведенных графиков скорости растворения протекторного сплава, рассчитанные на основе теории макрогальванопар [2], превышают скорость коррозии макрогальванопары металл-продукты коррозии и составляют, соответственно, на образце № 1 – 0,55 мА/см², на образце № 2 – 0,28 мА/см².

Высокая коррозионная активность среды и высокая скорость коррозии для образца № 1 привели к отказу трубопровода в течение 9 лет эксплуатации, в то время как трубопровод образца № 2 находился в эксплуатации 14 лет. Высокая агрессивность среды приводит к быстрому разрушению протектора и, соответственно, к защите металла трубопровода от внутренней коррозии. Однако это приводит к интенсивному выделению водорода при коррозии с водородной деполляризацией. При расслоенном режиме течения данный эффект должен проявляться вдоль нижней образующей трубы [3], что и наблюдается на практике.

В результате проведенных исследований выяснили, что металл охрупчивается в зоне воздействия коррозионной среды при наличии протектора. Также наблюдается растрескивание, вызванное макрогальванопарой металл-продукт коррозии. Лабораторными методами изучения металла было установлено, что скорость коррозии металл-протектор превышает скорости коррозии металл-электролит.

Литература

1. Мустафин Ф.М., Быков Л.И., Гумеров А.Г. и др. Промысловые трубопроводы и оборудование – М.: Недра, 2004. – 125с.
2. Маттссон Э. Электрохимическая коррозия – М.: Metallurgia, 1991. – С. 24-25.
3. Защита нефтепромышленного оборудования от коррозии: Справочник рабочего / Саакян Л.С., Ефремов А.П. и др. – М.: Недра, 1985. – 206 с