

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ МЕТАЛЛА АВАРИЙНОГО МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА

В работе рассмотрены результаты исследования, проведённого на базе ФГУП ЦНИИ КМ «Прометей» для определения возможных причин аварии магистрального газопровода.

По данным технического паспорта, исследуемый газопровод введен в эксплуатацию в 1967 году. Номинальный наружный диаметр трубы 1020 мм, толщина стенки варьируется от 8.5 до 14 мм. Газопровод обладает усиленной битумной антикоррозионной защитой. Рабочее давление газа 44.3 кгс/см².

В ходе исследований был определен химический состав материала газопровода. Сопоставляя полученные данные с требованиями ГОСТ 5520-79, анализируемый металл можно классифицировать как сталь марки 17Г1С.

При первичном осмотре трубы были обнаружены многочисленные коррозионные язвы. При этом остаточная толщина стенки трубы в районе возможного очага разрушения составляла 1.5-2 мм. В зоне разрушения были вырезаны карточки, на которых проведена дефектоскопия магнитопорошковым методом. В результате обнаружены многочисленные трещины, как на дне коррозионных язв, так и на неповрежденной язвенной коррозией наружной поверхности трубы. По своей морфологии, обнаруженные трещины имеют характер стресс-коррозионных трещин, существовавших длительное время.

В ходе металлографического исследования структуры было определено, что причиной коррозионного повреждения стали, послужили сильнодеформированные сульфиды (скорее всего сульфиды марганца), располагающиеся по всей толщине листового проката. Обладая хорошей пластичностью при высоких температурах (температура окончания прокатки предположительно 790 – 830°С) они вытянуты вдоль направления прокатки и достигают длины до 150 – 200 мкм. При создании определенных условий, как например, нахождение участка трубы в болотистой местности с повышенным содержанием H₂S или в неблагоприятной почве, сульфидные включения, особенно вытянутой формы, вблизи поверхности инициируют коррозию по механизму водородного растрескивания, которая в дальнейшем развивается вдоль этих границ, приобретая древовидную форму.

Фрактографическое исследование, проведённое для определения характера разрушения трубы, показало, что первопричиной возникновения разрушения явились коррозионные процессы, вызвавшие массовые локальные язвы, переродившиеся в трещины «стресс коррозии» и последующее утонение стенок трубы. Первоначальные коррозионные растравы, ориентированные перпендикулярно внешней поверхности трубы, а затем развивались вдоль слоев феррито-перлитной структуры и, вследствие этого, не являлись острыми опасными концентраторами напряжений. Поэтому можно полагать, что причиной возникновения разрушения стало чрезмерное утонение стенки трубы вследствие долгого коррозионного процесса. Дальнейшее развитие разрушения сопровождалось пробегом быстрой трещины с раскрытием ~ 0,3 мм живого сечения металла в стенках трубы с последующим «медленным» доломом с волокнисто-полосчатой морфологией.