

ANALYSIS OF CONDITIONS OF SAFE OPERATION OF WELDED ZONES OF PIPELINES

Bukleshev D.O. (Russian Federation) Email: Bukleshev540@scientifictext.ru

*Bukleshev Dmitry Olegovich – Graduate Student,
LIFE SAFETY DEPARTMENT,
FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGH EDUCATION,
SAMARA STATE TECHNICAL UNIVERSITY, SAMARA*

Abstract: *in the process of long operation of pipelines is the impact of the load on the metal pipe, in consequence of which there is their susceptibility to the accumulation and formation of zones of stress concentration (SCN). The article considers the questions of the origin of SCN in the heat affected zone of pipeline. As object of research used a fragment of welded joints of main gas pipeline «Central Asia – Centre» DN 1420. Studies have shown that you need to know about the presence of the stress concentration zones in the HAZ, because of fracture of welded joints originate in the zones of stress concentration.*

Keywords: *main pipeline, stresses in the weld zone, defects, method of metal magnetic memory, stress concentration zone.*

АНАЛИЗ УСЛОВИЙ БЕЗОПАСНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОКОЛОШОВНЫХ ЗОН ТРУБОПРОВОДОВ

Буклешев Д.О. (Российская Федерация)

*Буклешев Дмитрий Олегович – аспирант,
кафедра безопасности жизнедеятельности,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Самарский государственный технический университет, г. Самара*

Аннотация: *в процессе многолетней эксплуатации трубопроводов происходит воздействие нагрузки на металл трубы, вследствие чего возникает его предрасположенность к накоплению и образованию зон концентрации напряжений (ЗКН). В статье рассматриваются вопросы возникновения ЗКН в околошовной зоне магистрального трубопровода. В качестве объекта исследования использован фрагмент сварных стыков магистрального газопровода «Средняя Азия – Центр» Ду 1420. Проведенные исследования свидетельствуют о том, что необходимо знать о наличии ЗКН в околошовной зоне, т.к. трещины разрушения сварных соединений берут начало в зонах концентрации напряжений.*

Ключевые слова: *магистральный трубопровод, дефекты, напряжения в околошовной зоне, метод магнитной памяти металла, зона концентрации напряжений.*

Экспериментальное исследование поведения зон концентрации напряжений при нагрузке

Для исследования поведения зон концентраций напряжений в околошовных зонах и сварных стыков магистральных газопроводов необходимо рассмотреть поведение ЗКН при нагрузках на металл. Для этого необходимо выполнить эксперимент с образцом-фрагментом сварного стыка магистрального газопровода.

В качестве образца для эксперимента взят фрагмент сварных стыков магистрального газопровода Средняя Азия – Центр, сталь 09ГСФ, Ду 1420 мм, твердость по Бринеллю HRB=110 (рисунок 1).

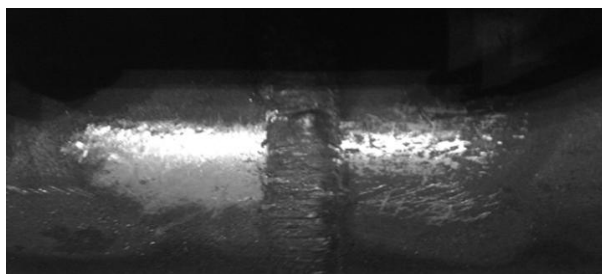


Рис. 1. Образец фрагмента магистрального газопровода

Результат контроля на наличие напряжений: в качестве результата контроля образца прибором ИКН-1М представлена магнитограмма распределения нормальной составляющей собственного магнитного поля рассеяния H_r и его градиента dH_r/dx (рисунок 2).

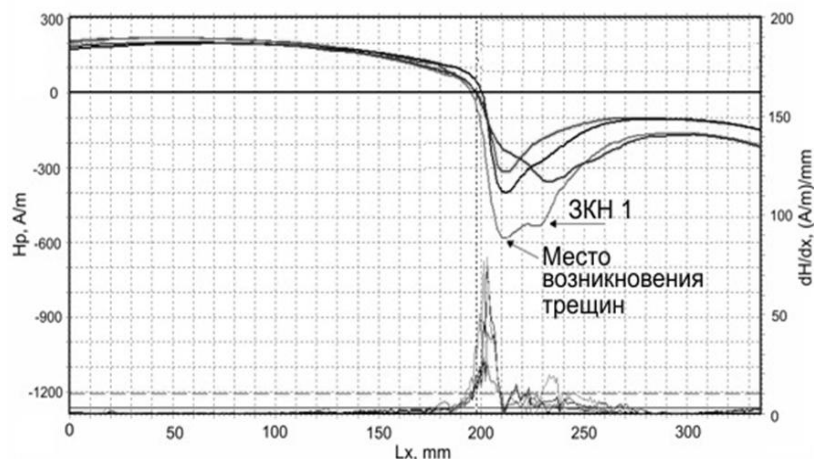


Рис. 2. Магнитограмма распределения нормальной составляющей собственного магнитного поля рассеяния H_p и его градиента dH/dx

Из полученной магнитограммы видно, что на 210 мм образца градиент магнитного поля dH/dx резко увеличился с 10 до 75 (А/м), что свидетельствует о наличии напряжений в данной точке. Участок образца со значением градиента поля (dH / dx) выше 10 (А/м) / мм, расположенные выше ограничивающей линии, соответствуют недопустимым дефектам по нормам отбраковки согласно «Инструкции по оценке дефектов труб и соединительных деталей при ремонте и диагностировании МГ, утвержденной ОАО «Газпром» 18 ноября 2008 г.

Контролем образца методом магнитной памяти металла подтверждено наличие и найдены координаты ЗКН. По истечению времени именно в зоне с данными координатами возникает трещина при испытании.

Проведение эксперимента

Множество проведенных экспериментов показало, что разрушение металла труб газопроводов, а именно появление трещин, зарождается в околошовной зоне - зоне термического влияния (ЗТВ) [1, с. 22]. При сварке трубопровода выделяется высокая погонная энергия, которая в процессе сварки приводит к перегреву металла ОШЗ и ухудшает его структуру, снижает его механические свойства [2, с. 14]. Снижение механических свойств способствует образованию ЗКН в ОШЗ [3, с. 87]. Такие зоны присутствуют даже в качественно сваренных соединениях без выявленных дефектов в виде непроваров и шлаковых включений [4, с. 61].

При испытании на изгиб фрагмента трубопровода, вырезанного из рабочей трубы газопровода, проводились по схеме, представленной на рисунке 3. Испытание проводилось на универсальной испытательной машине (УИМ). Нагрузка в образце создавалась плавно, согласно руководящему документу [5, с. 27], до образования поверхностной трещины в ОШЗ, но не в самом сварном стыке.

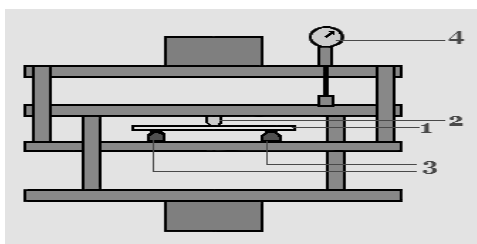


Рис. 3. Схема испытания образца на изгиб:

1- фрагмент сварного стыка; 2 – наконечник; 3 – опоры; 4 - индикатор нагрузки

Во время нагрузки возникают напряжения в местах, которые являются наиболее уязвимыми. Таким местом в нашем испытании является ОШЗ, так как она является зоной повышенной концентрации напряжений при эксплуатации трубопроводов. В местах, где максимальные концентрации напряжений и появляется трещина. Поэтому возникает необходимость в идентификации наличия ЗКН в ОШЗ.

На рисунке 4 приводятся величины «геометрических» величин концентрации упругих напряжений при чистом изгибе газопровода. В местах, где проявляется наибольшая механическая неоднородность свойств шва, возникают ЗКН, что проявляется в виде деформаций эпюр напряжений в ЗТВ при испытаниях.

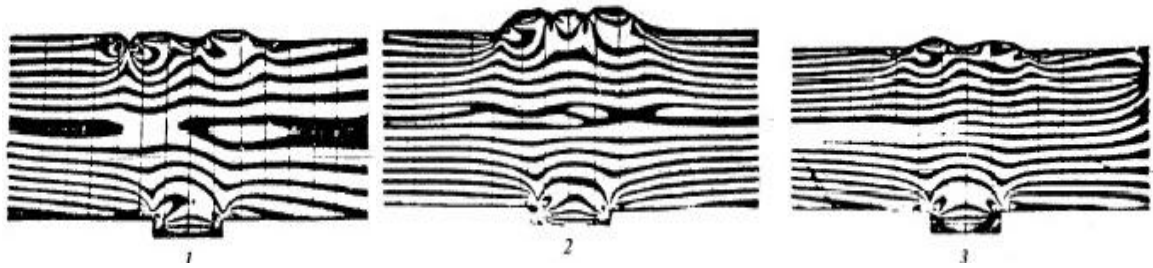


Рис. 4. Концентрация напряжений образца при динамической нагрузке:
 1- нагрузка 80 кН воздействия;
 2-нагрузка 120 кН воздействия;
 3-без нагрузки

Можно заметить, что при динамических нагрузках максимальные повреждения начинают проявляться с внутренней стороны тела трубы, образуя дефектные области [6, с. 25].

В ходе проведения испытания были получены нелинейные эпюры в зоне термического влияния (ЗТВ). В этой зоне произошла значительная локализация деформации (рисунок 5). Нелинейные эпюры напряжений необходимы для идентификации напряжений при нагрузках, создаваемых на образец. С их помощью можно определить зону, где концентрации напряжений будут максимальны, что, в конечном результате, может привести к дефекту ОШЗ трубопровода. При данном эксперименте доказано, что трещины разрушения сварных соединений берут начало в зонах концентрации напряжений трубопровода.

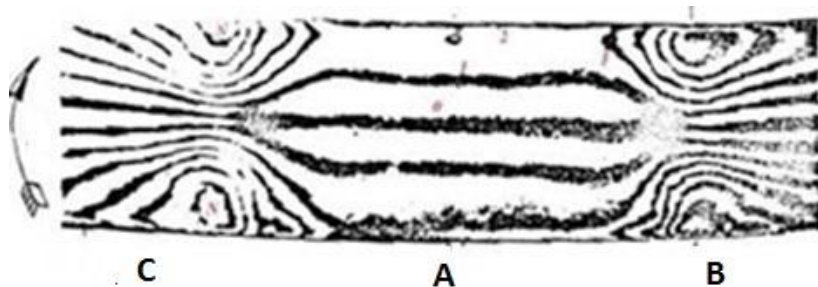


Рис. 5. Локализация деформации в образце:
 С - основной металл; А - наплавленный металл; В - зона температурного влияния (ЗТВ)

Заключение

При испытании на изгиб фрагмента магистрального газопровода, получены нелинейные эпюры в зоне ЗТВ, что ещё раз доказывает то, что трещины разрушения сварных соединений идут «изнутри» поэтому требуется тщательный отжиг для устранения остаточных напряжений в области сварки. При рассмотрении образца в микроскоп видно, что в зоне ЗТВ произошла значительная локализация деформации с образованием трещин при нагрузке 120 кН (рисунок 6).

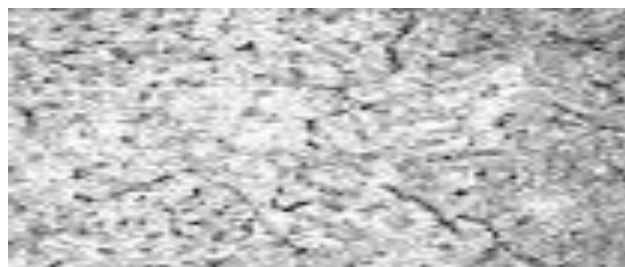


Рис. 6. Зона локализации деформации, образование трещин

В зоне температурного воздействия (околошовной зоне сварного стыка) произошла значительная локализация деформации металла с неоднородными упругими и пластичными прослойками. Контролем образца методом магнитной памяти металла подтверждено наличие и найдены координаты ЗКН.

Определение наличия напряжений и их величины является необходимым условием безопасной эксплуатации магистрального газопровода, так как по истечении времени эксплуатации именно в зоне с напряжениями возникают дефекты, которые могут привести к разрушению магистрального газопровода.

1. Ямуров Н.Р., Крюков Н.И. и др. Промышленная безопасность в системе магистральных нефтепроводов /Научно-техническое издание // Ямуров Н.Р., Крюков Н.И., Кускильдин Р.А., Фролов Ю.А., Шарафиев Р.Г., Хайрудинов Р.И., Шахматов М.В., Ерофеев В.В., Петухов Ю.С. М.: РАЕН, 2001. 159 с.
2. Касьянов А.Н. Оценка работоспособности околошовных зон кольцевых сварных соединений магистральных трубопроводов: дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2012.
3. Степанов П.П. Оптимизация структуры и свойств сварного соединения толстостенных газопроводных труб: дисс. канд. техн. наук. Москва, 2011.
4. Маковецкий В.А., Ситников Л.Л. Исследование напряженного состояния мягкой прослойки сварного соединения методом фотоупругих покрытий / М. Журнал «Сварочное производство». № 7, 1970.
5. РД 26-11-08-86 Соединения сварные. Механические испытания.
6. Маковецкая-Абрамова О.В., Хлопова А.В., Маковецкий В.А. Исследование концентрации напряжений при сварке трубопроводов [Текст] // Техничко-технологические проблемы сервиса, 2014. № 2 (28).