

На примере нефтепровода «Восточная Сибирь Тихий океан-1» был произведен расчет ореолов оттаивания и тепловой осадки грунта. Результаты расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Результаты расчета величины оттаивания основания и осадки нефтепровода на мерзлом грунте [1]**

Участок	Эксплуатационные километры	Год							
		2010 г.		2012 г.		2014 г.		2037 г.	
		Глубина оттаивания, м	Осадк а, см	Глубина оттаивания, м	Осадк а, см	Глубина оттаивания, м	Осадк а, см	Глубина оттаивания, м	Осадк а, см
1	464,0+76	1,10	1,30	1,75	3,10	2,25	4,50	4,85	11,8
2	1109,0+01,3	0,80	0,60	1,05	1,10	1,25	1,70	3,15	7,00
3	1678,1+01,3	1,00	1,30	1,65	4,90	2,30	8,60	4,90	48,9
4	1865,1+82	0,50	0,40	0,90	0,70	0,95	0,80	3,55	5,50
5	1747,6+75	0,55	0,4	0,8	0,6	0,85	0,7	2,25	0,7
6	1755,3+50	0,60	0,5	1,00	1,1	1,10	1,5	2,35	6,5
7	1757,3+40	0,60	0,5	1,05	1,3	1,15	1,7	2,95	8,9

По результатам исследований, представленных в таблице, можно проследить закономерность, что глубина оттаивания с каждым годом увеличивается, и зависит это от множества факторов: температура, влажность, вид грунта, затененность поверхности, наличия снежного покрова. Вовремя принятые меры по предотвращению оттаивания приведут к аварийной ситуации на нефтепроводе, что приведет к экономическим затратам и экологической опасности.

## Литература

1. Горохов Е.Н.. Обеспечение экологической безопасности нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий Океан» на участках, проложенных в многолетнемерзлых грунтах //Приволжский научный журнал. – Нижний Новгород, 2011. – № 3. – С. 161
2. Клейн Г. К. Расчет подземных трубопроводов.– М.: Недра, 1969.– 156 с.
3. Кутузова Т.Т. Оценка прочности нефтегазопроводов в сложных инженерно-геологических условиях: Диссертация канд. тех. наук. – Тюмень, 1999г. – 48с.
4. РСН 67-87 «Составление прогноза измерений температурного режима вечномерзлых грунтов численными методами» URL: <http://www.gosthelp.ru/text/RSN6787Inxhenernyskan.html>; Дата доступа: 24/03/2014.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИЭТИЛЕНОВОГО ГАЗОПРОВОДА ПОСЛЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

К.Н.Першин

Научный руководитель доцент А.В.Шадрина

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет г.Томск, Россия*

В мае 2007 года, для проведения исследования результатов влияния окружающей среды на физические свойства и структуру стенок газопровода из полиэтилена, который служил распределительным газопроводом в Саратовской области более 10 лет. Анализом полимерных образцов занимались представителями «СаратовзапсибНИИпроект», являющимся структурным подразделением холдинга «Запсибгазпром». Для исследования были взяты два отрезка трубы: из середины секции трубы и элемент в месте сварного соединения двух секций.

Используя метод, дифференциальной сканирующей калометрии были исследованы параметры индукционного окисления трубы, температуру плавления и кристаллизации, так же при динамическом нагревании и охлаждении была оценена степень кристалличности исследуемых образцов. Полученные в ходе исследования данные приведены в таблице 1.

Исследование термостабильности и теплофизических параметров рассматриваемых образцов показало, что:

1. Окисление внутренней поверхности трубы происходит практически сразу при поступлении кислорода в систему, а в среднем и внешнем слое это время равно порядка 5 минут.

2. Для внутренних слоев также характерны низкие значения энтальпии плавления и невысокой степени кристалличности.

3. Скорость процесса кристаллизации полимера во внутреннем и наружном слое довольно близки, также следует отметить замедление процесса в среднем слое образца.

Полученные в ходе исследования данные говорят о том, что антиоксиданты вымываются из внутренних слоев полиэтиленовых труб природным газом. Этот процесс вызывает рекристаллизацию, а также потерю термостабильности и прочие процессы, влияющие на скорость старения полимерных материалов.

Используя метод высокотемпературной гелипроникающей хроматографии, были исследованы молекулярно-массовые характеристики образцов трубы. Результаты эксперимента показали, что внешний и

внутренний отличаются по молекулярной массе, от среднего, почти в 2 раза. Это может являться результатом смещения низкомолекулярных фракций от центра, в процессе производства труб, также это можно объяснить физическим и химическим процессом старения.



Рис. 1 Срез середины секции

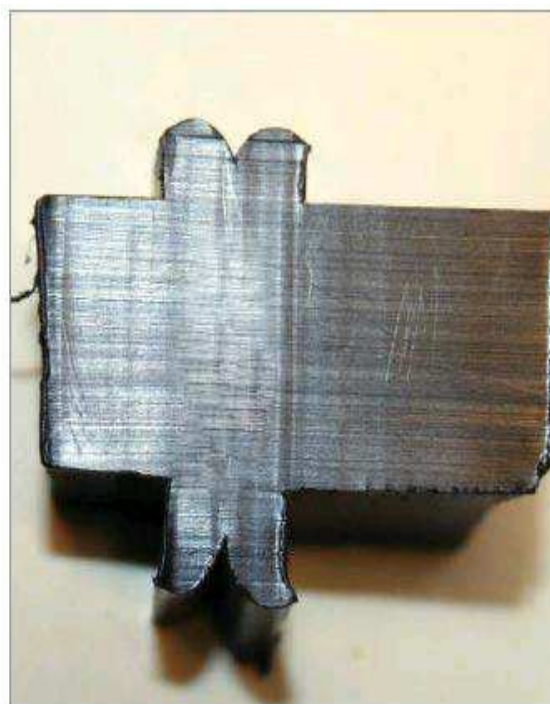


Рис. 2 Сварное соединение двух секций

Таблица 1

*Изменение характеристик материала*

Образец	Слой образца	Период окисления Мин.	Энтальпия плавления Дж/г	Кристалличность %	Температура плавления С	Температура кристаллизации
Середина секции	Наружный	5,5	197,7	67,5	131,2	113
	Средний	4,8	199,5	68,1	132,9	112,9
	Внутренний	0	186,1	63,5	132,3	112,8
Сварное соединение	Наружный	4,7	180	61,5	133,4	112,7
	Средний	5	186,1	63,5	133,4	113,1
	Внутренний	0	177,6	60,6	132,2	113,4

Исследование механических характеристик материала, проходили согласно с ГОСТ 11262 [2] путем растяжения стандартных образцов, которые были вырублены из трубы как вдоль, так и поперек. Полученные характеристики показаны в таблице 2.

Для поведения рассматриваемых образцов характерно увеличением нагрузки с нарастанием деформации, а также появления локального сужения, при котором рост нагрузки прекращается, а при дальнейшем растяжении происходит дальнейшее уменьшение узкой зоны образца, вплоть до разделения его на части. При испытании на растяжение образца со сварным соединением адгезионная прочность соединения оказалась намного значительнее, чем когезионная прочность материала вне сварного контакта, в результате все подвергнутые испытанию образцы разрушались вне зон сварного соединения. Проведенные исследования указывают на то, что создание сварного соединения внесло серьезные изменения на структуру и свойств.

Таблица 2

*Механические характеристики материала*

Наименование	Направление	
	Вдоль	Поперек
Предел текучести (МПа.)	26	26
Относительное удлинение при пределе текучести (%)	15	18
Относительное удлинение при разрыве (%)	82	78
Модуль упругости (МПа)	853	-

Анализ результатов исследования свойств материала трубы, позволяет сделать вывод о том, что эксплуатацию полимерных труб можно продолжать до 50 лет, что является предельным расчетным ресурсом для труб из данного полиэтилена. Несмотря на продолжительный срок использования, ПЭ-80 все еще сохраняет способность к продолжительной пластической деформации, достаточно высокую степень кристалличности материала, а также очень высокую жесткость. Все слои материала имеют достаточно высокое количество антиоксидантов, что так же говорит о возможности безопасного использования. В связи с тем, что ресурс равный 50 годам был рассчитан еще в первом издании стандарта ИСО 4437 [1], написанного в 1988 году, он не пересчитывался в следующих изданиях, несмотря на то, что было разработано большое количество новых полимерных материалов и технологий их производства, благодаря которым реальный срок службы может быть больше. Для более точного прогнозирования возможного ресурса работы труб и соединений из полиэтилена следует разработать новые технологии оценки остаточного ресурса безобразцовым методом, а так же провести испытания новых полимерных материалов, для уточнения их характеристик и уточнения возможного срока службы.

#### Литература

1. ГОСТ Р 50838-2009 (ИСО 4437:2007). Национальный стандарт Российской Федерации. Трубы из полиэтилена для газопроводов. Технические условия
2. ГОСТ 11262-80 «Пластмассы. Метод испытания на растяжение»
3. Кузнецова О.В., Сергеев В.И., Калугина Е.В., Горбунова Т.Л., Сафронова И.П., Коврига В.В. Полимерные газопроводы служат долго // Полимерные трубы №4.-2007. - с. 50 – 55.

### ПРИМЕНЕНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ СПОСОБОВ СВАРКИ МАГИСТРАЛЬНЫХ НЕФТЕПРОВОДОВ

**Н.А. Перфильев, Т.В. Бородина**

Научный руководитель доцент А.В. Веревкин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время в нашей стране разрабатывается и строится много новых магистральных нефтепроводов. При этом используются различные способы сварки такие как ручная электродуговая сварка покрытыми электродами, автоматическая и полуавтоматическая сварка и другие. Перед всеми этими способами сварки становятся проблемы связанные со сваркой неповоротных стыков труб. Главная проблема сварки неповоротных стыков труб заключается в том что при сварке постоянно изменяется пространственное положение сварочной ванны от нижнего до потолочного положения. На сварочную ванну в каждом пространственном положении действует различный комплекс сил. Это осложняет задачу формирования корневого и последующих слоев шва в связи с возникновением прожогов, наплывов и других дефектов сварного соединения, переноса металла с электрода в сварочную ванну.

Способ полуавтоматической сварки методом STT предназначен для односторонней полуавтоматической сварки корневого слоя шва неповоротных и поворотных стыков труб проволокой сплошного сечения в среде углекислого газа труб диаметром 325- 1220 мм с толщинами стенок до 20 мм включительно, а также для сварки всех слоев шва стыков аналогичных диаметров с толщинами стенок до 8 мм включительно.

Аббревиатура STT расшифровывается как "Surface Tension Transfer" — это так называемый механизм переноса капли с помощью сил поверхностного натяжения. Он представляет собой одну из разновидностей процесса переноса короткими замыканиями, который реализуется при дуговой сварке в среде защитных газов с одним важным отличием — расплавленный металл переносится за счет сил поверхностного натяжения сварочной ванны, которая втягивает в себя жидкую каплю с конца проволоки. Электромагнитное сжимающее давление при Пинч-эффекте дополнительно помогает капле отделиться, но не является основным механизмом переноса, как это наблюдается при обычной сварке короткими замыканиями. Этот вид переноса позволяет значительно сократить разбрызгивание и дымообразование в отличие от традиционных методов. Процесс прост в использовании, обеспечивает хороший контроль сварочной ванны и позволяет значительно снизить вероятность образования несплавлений [1]. Он не требует от сварщика высокой квалификации для того, чтобы выполнить качественное сварное соединение. Кроме этого, простота процесса STT сокращает время обучения сварщиков.

Компанией Lincoln Electric специально для этого процесса разработан 225-амперный инверторный источник питания Invertec STT II, реализующий технологию управления формой сварочного тока. При сварке за счет регулирования определенным способом формы выходного тока (что-то вроде импульсно-дуговой сварки) добиваются вышеуказанных преимуществ. Invertec STT II отличается от обычных сварочных источников. Он не является ни источником с жесткой характеристикой, ни источником с крутопадающей характеристикой. Аппарат имеет обратную связь, которая отслеживает основные этапы переноса капли и мгновенно реагирует на процессы, происходящие между электродом и сварочной ванной, изменяя величину и форму сварочного тока.

Источник не регулирует напряжение дуги. Напряжение, требуемое дугой, устанавливается автоматическим. Это приводит к тому, что количество тепла, вводимого в сварочную ванну, не зависит от скорости подачи проволоки. Помимо этого, улучшаются условия контроля за формированием сварочной ванны. Этап Пинч-эффекта также автоматически контролируется источником. [2]