

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕФТЕПРОВОДОВ НА МЕРЗЛЫЙ НЕУСТОЙЧИВЫЙ ГРУНТ

А. Б. Паймухин

Научный руководитель доцент А.В. Шадрина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Нефтепровод, как и любой предмет человеческой деятельности, оказывает влияние на окружающую среду, в нашем случае эта среда мерзлый грунт. Эксплуатация нефтепровода в условиях такого грунта требует повышенного внимания для безаварийной работы. Работу нефтепровода, прокладываемого на мерзлом грунте, необходимо выполнять по одному из критериев, который характеризует мерзлый грунт, прежде всего, как основание под строительство: I критерий с сохранением грунта в основании трубопровода в естественном мерзлом состоянии; II критерий с допущением оттаивания грунта в основании трубопровода [2]. В связи с интенсивным освоением районов распространения мерзлых грунтов: Якутия, Ямал, север Томской области, первый критерий остановится очень затратным и инженеры чаще пользуются принципом мерзлых грунтов с допущением оттаивания в процессе эксплуатации нефтепровода, т.е. использование по II критерию.

Так как грунт находится в мерзлом состоянии преимущественно в период осенне-зимний, то укладка нефтепровода в траншею осуществляется именно в это время, так как в период его оттаивания проезд техники становится невозможным. Следовательно, положение трубы в мерзлом грунте считается начальным состоянием нефтепровода, а напряженно-деформированное состояние трубы необходимо отслеживать с учетом свойств грунта, в который заглублен нефтепровод [3].

Нефть движется по нефтепроводу с положительной температурой, иначе увеличивается ее вязкость и транспортировка осложняется. В процессе перекачки «теплая» от нефти труба контактирует с грунтом, вызывая его оттаивание. Величина оттаивания может колебаться, так как на протяжении трассы встречаются различные грунты с различными свойствами, а так же при изменении диаметра самой трубы. Результат оттаивания грунтового массива при взаимодействии нефтепровода и грунта ореол оттаивания. Его величина приводит к просадке грунта, и следовательно, изгибам, провисанию отдельных участков трубы, перемещением вследствие которого нефтепровод может разрушиться.

Процесс осадки слоя оттаявшего грунта состоит из нескольких этапов:

1. Осадка оттаивания учитывает осадку основания, складывающуюся из изменения объема льда при переходе его в воду и изменения объема от некоторого закрытия макротрещин грунта при оттаивании. Величина осадки оттаивания зависит от физико-механических свойств грунта, характеризуемых величиной коэффициента оттаивания;

2. Осадку уплотнения слоя грунта. Осадка оттаивания учитывает осадку грунта от собственного веса и внешней нагрузки. Величина осадки уплотнения зависит от физико-механических свойств грунта, характеризуемых величиной коэффициента относительного уплотнения (сжимаемости) [1].

Для того чтобы рассчитать примерную толщину слоя оттаявшего грунта необходимо сначала просчитать размер ореола оттаивания на границе перехода мерзлого грунта в талый.

Толщина слоя оттаявшего грунта определяется по результатам расчетов размеров ореола оттаивания по границе раздела талого и мерзлого грунта. Грунт при оттаивании и повышении температуры до перехода из состояния льда в воду, значительно увеличивает свою сжимаемость именно поэтому граница таломерзлой зоны проходит в районе изоэры «-0». Значения мощности оттаявшего грунта необходимо по всей длине трубопровода находящегося в зоне влияния мерзлого грунта.

В эксплуатирующих компаниях для прогнозирования состояния нефтепроводных систем на участках с мерзлыми грунтами разрабатывают специальные программы которые решают следующие задачи:

1. Определение участков, которые наиболее подвержены оттаиванию;
2. Прогнозные расчеты температурного состояния при работе нефтепровода в разных режимах перекачки;
3. Прогнозные расчеты положения трубопровода после оттаивания и усадки грунта;
4. Методы борьбы с оттаиванием и растеплением грунта.

Прогнозирование оттаивания грунтового массива от влияния нефтепровода и, соответственно, осадка последнего ведется в соответствии со РСН 67-87 «Составление прогноза измерений температурного режима вечномерзлых грунтов численными методами»[4]. Однако, существует ряд программных комплексов, которые делают эту процедуру проще. Программы ANSYS, SPipe и СТАРТ имеют несколько преимуществ, а именно: возможность учета пространственной конфигурации нефтепровода, включая отводы горячего и холодного гнутья; взаимодействие нефтепровода с грунтом основания и грунтом засыпки по трем направлениям; относительную простоту построения и изменения расчетной модели нефтепровода; расчет производится на компьютере, в связи с чем исключается необходимость проводить трудоемкие ручные вычисления.

Опыт отечественных строителей и работников транспортных нефтяных предприятий очень пригодился в борьбе с оттаиванием грунта под нефтепроводом. Современные нефтепроводы уже на стадии проектирования оснащаются всеми средствами по предотвращению оттаивания грунта. Старые же нефтепроводы модернизируются и усовершенствуются средствами защиты. В наличии инженеров огромный перечень средств, которые воздействуют на нефтепровод, и приспособления для поддержания грунта в устойчивом состоянии. Термостабилизаторы, специальный вид изоляции, охлаждающие грунт сваи все это далеко не весь перечень средств. Одна из последних разработок прокладка под нефтепроводом небольшого газопровода по которому ведется природный газ с пониженной температурой, что поддерживает грунт в его мерзлом состоянии.

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