

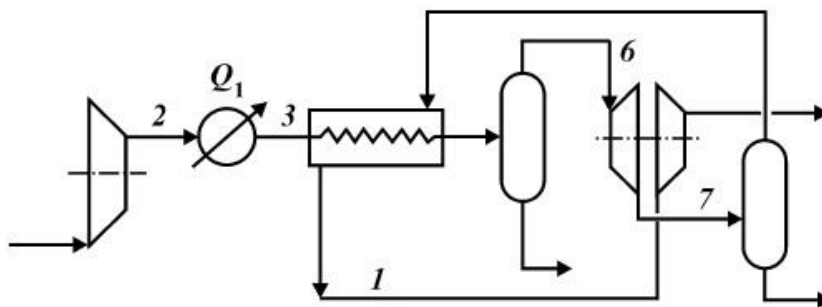


Рис. 2. Схема холодильного цикла с турбодетандером

В ряде случаев давление сырьевого газа достаточно высокое и его не требуется сжимать перед подачей на переработку, но товарный газ требуется дожимать для подачи в магистральный газопровод. В этом случае затрачиваемая работа будет зависеть от перепада давлений в дожимном компрессоре, а отвод тепла в окружающую среду (Q_1) будет производиться в концевом (после компрессора) холодильнике.

В случаях, когда имеется свободный перепад давлений между сырьевым и товарным газом применение турбодетандерных циклов наиболее эффективно.

При помощи электрогенератора можем получать электроэнергию, которую в дальнейшем можно использовать для собственных нужд предприятия.

Исходя из стоимости электрической энергии для промышленных предприятий: 2,58 руб./кВтч, и производительность турбодетандера 6 МВт/ч определяем часовую выручку от установки:

$$S = (N_n \cdot \tilde{N}) \cdot 10^3 = (6 \cdot 2,58) \cdot 10^3 = 15480 \text{ руб./час},$$

где N_n – производительность турбодетандера МВт/ч; $\tilde{N}$ – цена 1 кВтч, руб.

Получается, что данная установка каждый час приносит предприятию прибыль за электроэнергию в количестве 15480 рублей.

Литература

1. Агабабов В.С. Получение экологически чистой электроэнергии при утилизации давления транспортируемого газа/ В.С. Агабабов, А.В.Корягин, Ю.Ю.Хаммер // Энергосбережение и водоподготовка, 2000. – № 1.
2. Мальханов В.П. О рациональном использовании энергии избыточного перепада давления топливного газа КС. // «Энергосбережение и водоподготовка», 2003. – № 3.
3. Люгай С.В. Повышение эффективности сжижения природного газа на газораспределительных станциях магистральных газопроводов: диссертация кад. тех. наук. – Москва, 2010.
4. Давыдов А.Б., Кобулашвили А.Ш., Шерстюк А.Н. Расчет и конструирование турбодетандеров. – М.: Машиностроение, 1987.
5. Розеноер Т.М. Расчет турбодетандера. – М.: Издательство УНЦ МГТУ им. Баумана Н.Э., 2002.

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕХОДОВ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА ЧЕРЕЗ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ РАЗЛОМЫ НА О.САХАЛИНЕ.В. Тишкина

Научный руководитель доцент Н.А. Антропова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При выборе трасс нефтепроводов и газопроводов зачастую не удается избежать пересечения с активными разломами, по которым при землетрясениях возможны единовременные смещения до нескольких метров, представляющие значительную опасность для трубопроводов. В связи с этим актуальной является разработка комплекса методов и мероприятий по обеспечению безопасности нефтепроводов на участках пересечений с тектоническими разломами [4].

Остров Сахалин расположен вдоль нечетко выраженной граничной зоны между Евразийской тектонической платформой и Охотской микроплитой (Североамериканской плитой). Восточной границей этого района принято считать Курильский желоб, который протягивается в северо-восточном направлении, начинаясь восточнее Хоккайдо. Вдоль всего Сахалина протягиваются три крупных разлома, в меридиональном направлении: Западно-Сахалинский, Центральнo-Сахалинский (Тынь-Поронайский) и Хоккайдо-Сахалинский (Северо-Сахалинский).

Трасса трубопроводов проекта «Сахалин – 2» проходит по сейсмоактивным зонам Центрально-Сахалинского и Хоккайдо-Сахалинского разломов и пересекает активные разломы, способные образовывать разрывы на поверхности грунта. Имеется одно пересечение с переходом через Горомайский разлом и 18 пересечений через Ключевской разлом. Последний разлом проходит в основном параллельно трассе трубопровода проекта «Сахалин – 2» на большей его части. В процессе проектирования несколько пересечений с разломами были исключены благодаря изменению трассы. Однако, из-за наличия населенных пунктов, действующих дорог и транспортных коридоров дальнейшее уменьшение числа пересечений невозможно. Переходы через разломы представляют значительную опасность для заглубленного трубопровода: если во время сейсмического события разрыв выйдет на поверхность, трубопроводу придется противостоять значительным дифференциальным смещениям поперек зоны разрыва. В основном, предпочтение отдается пересечению с подземной прокладкой трубопровода, так как при этом можно избежать технических решений, которые связаны с длинными участками незащемленной трубы; это также уменьшает возможность повреждений трубопровода при стороннем воздействии [1].

Обычным проектным решением для переходов через разломы является укладка трубопровода в неглубокую траншею с выложенными стенками и засыпка его рыхлым грунтом для обеспечения подвижности трубопровода в грунте. Однако постоянное зимнее промерзание грунта на Сахалине диктует необходимость применения и других специальных мероприятий.

Тектонические разломы, пересекаемые трассой трубопроводов проекта «Сахалин – 2», подразделяются на категории следующим образом [1]:

Категория № 1 – Очень простые тектонические разломы (всего 4). Данная категория включает разломы со смещением по простиранию с вертикальным движением и/или движением по простиранию равным 0,5 м.

Категория № 2 – Простые тектонические разломы (всего 4). Данная категория включает сбросы по простиранию с вертикальным движением и/или движением по простиранию, превышающим 0,50 м.

Категория № 3 – Сложные тектонические разломы (всего 1). Данная категория включает взбросы с общим вертикальным и горизонтальным движением, равным 0,7 м, и с такой ориентацией следа сброса, что угол пересечения трубопровода и разлома может быть легко выровнен по перпендикуляру (вдоль -20 градусов на Север) к направлению горизонтального смещения разлома (вдоль +70 градусов на Север), чтобы контролировать сжимающие нагрузки на трубопровод.

Категория № 4 – Очень сложные тектонические разломы (всего 3). Данная категория включает взбросы с общим вертикальным и горизонтальным движением, превышающим 0,7 м, и с такой ориентацией следа сброса, что угол пересечения трубопровода и разлома может быть легко выровнен по перпендикуляру (вдоль -20 градусов на Север) к направлению горизонтального смещения разлома (вдоль +70 градусов на Север), чтобы контролировать сжимающие нагрузки на трубопровод. В данном случае на трубопровод действуют относительно низкие сжимающие нагрузки, и считается, что температурные компенсаторы (изгибы) уменьшают риск обратного выгиба.

Категория № 5 – Чрезвычайно сложные тектонические разломы (всего 7). Данная категория включает взбросы с общим вертикальным и горизонтальным, превышающим 0,7 м, и с такой ориентацией следа сброса, что угол пересечения трубопровода и разлома не может быть выровнен по перпендикуляру (вдоль -20 градусов на Север) к направлению горизонтального смещения разлома (вдоль +70 градусов на Север), чтобы контролировать сжимающие нагрузки на трубопровод. В данном случае на трубопровод действуют относительно высокие сжимающие нагрузки, и считается, что температурные компенсаторы (изгибы) уменьшают риск обратного выгиба.

Рассмотрим технические решения, которые были приняты для организации подземного перехода через Горомайский разлом, который относится к категории чрезвычайно сложных разломов. Для повышения безопасности этого перехода были применены следующие решения [1, 2, 3]:

- ✓ Трубы сейсмического класса безопасности в районе следа сброса с учетом погрешности тектонического разлома.
- ✓ Трубопровод пересекает разлом перпендикулярно горизонтальному движению разлома (70 градусов на Север), что позволяет контролировать развитие чрезмерных сжимающих нагрузок, избежать обратного выгиба и ограничить развитие чрезмерных деформаций в результате изгиба.
- ✓ В зоне тектонического разлома применяются «компенсаторы специальной конфигурации».
- ✓ Траншея на месте перехода выполнена по всей ширине тектонического разлома с учетом погрешности, с тем, чтобы ограничить высокую местную деформацию изгиба, вызванную значительными силами взаимодействия между трубой и грунтом. Эта сила действует в осевом и поперечном, боковом и вертикальном направлениях.
- ✓ Расширенная траншея на местах резких изгибов трубопровода (от 50 до 200 м, в зависимости от ширины тектонического разлома, погрешности и т.д.), позволяет облегчить влияние высоких сжимающих нагрузок, вызывающих обратный выгиб.

Концепции специальных траншей основаны на принципе, что в случае землетрясения трубопровод сможет двигаться и, не повреждаясь, приспосабливаться к смещению разлома. Это означает, что во время движения разлома трубопровод должен быть в состоянии поглотить эти смещения, перемещаясь без образования чрезмерных деформаций, и, следовательно, не подвергая опасности структурную целостность трубы. Для того, чтобы достичь этого, материал обратной засыпки вокруг трубы, в траншее, должен легко сжиматься, таким образом, минимизируя фрикционное взаимодействие вокруг трубы. Чтобы утверждать, что поведение трубопровода соответствует результатам анализа напряженного состояния, специальная траншея не должна замерзать, так как обледенение приводит к изменению механических свойств материала обратной засыпки.

Кроме того, циклическое замерзание и оттаивание могут привести к нежелательным деформациям трубы или образованию местных напряжений. Для предотвращения замерзания внутри траншеи необходимо контролировать два важных фактора: отсутствие воды и тепловое равновесие.

Первый фактор необходимо контролировать путем строительства сухих траншей; второй – путем установки изоляционных плит поверх трубопроводов и внутри траншеи. Цель специальных траншей – обеспечить безопасность трубопровода в случае расчетного землетрясения. На переходе через тектонический разлом №1 Alt должны применяться расширенные траншеи. Для обратной засыпки траншей необходимо использовать чистый песок, либо легкий материал [3].

Для предотвращения появления воды в траншее трубопровода, с учетом гидрогеологических и морфологических условий, на переходе через тектонический разлом разработаны водонепроницаемые траншеи.

Данное решение предусматривает применение сухих траншей, защищенных от окружающего грунта с помощью гидроизоляции, которое реализуется посредством укладки листов водонепроницаемой геомембраны из полиэтилена высокой плотности по всей поверхности траншеи (дно и стены).

Таким образом, проектирование трубопровода необходимо осуществлять на основе двух принципов:

- ✓ трубопровод должен выдержать «проектное землетрясение» без повреждений, либо с минимальными повреждениями, при этом перерыв в работе трубопровода должен быть минимальным при отсутствии необходимости в крупном ремонте.
- ✓ трубопровод должен выдержать «максимальный проектный уровень землетрясения» без разрушения, при этом возможны существенные повреждения, которые приведут к перерыву в работе трубопровода и потребуют проведения ремонтных работ на одном или нескольких участках.

Литература

1. Проект Сахалин II: Этап 2. Анализ пересечений разломов нефтепровод 20" и газопровод 20" – разлом 1Alt» / Документ № 5600-Z-90-42-T-9002-00, 2008. – 51 с.
2. Проект Сахалин II: Этап 2. Основы проектирования переходов тектонических разломов / авторы. – Документ № 5600-Z-90-42-T-9006-00, 2008. – 116 с.
3. Проект Сахалин II: Этап 2. Конструкция траншей в зависимости от категории разлома – оценка взаимодействия труба-грунт» / Документ №. 5600-Z-90-42-T-9003-00-P2, 2007. – 127 с.
4. Суцев Т.С. Повышение безопасности магистральных нефтепроводов на участках пересечений с активными тектоническими разломами: Автореферат...дис. канд. техн. наук. – Уфа, 2010. – 26 с.

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ПРИ ПОРЫВАХ ТРУБОПРОВОДОВ НА ПЕРЕХОДАХ ЧЕРЕЗ ВОДНЫЕ ПРЕГРАДЫ И В ПОЙМЕННОЙ ЗОНЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Л.Х. Тюлькин

Научный руководитель доцент А.В. Шадрина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Развитая система трубопроводного транспорта и его эффективная работа в настоящее время является одним из важнейших факторов, наряду с добычей и переработкой нефти, обуславливающих успешную деятельность любого нефтегазодобывающего предприятия, от деятельности которых зависит и экономика страны. В связи с этим выбранная тематика, несмотря на узкую направленность, входит в актуальное русло проблем энергетики России и обращает внимание на существующую в настоящее время проблему неэффективной эксплуатации промышленных трубопроводов в силу их высокой подверженности авариям.

Согласно статистике, проведенной в ОАО «Томскнефть» ВНК с 2009 по 2014 года, количество отказов на промысловых трубопроводах стало меньше лишь благодаря вовремя проведенным профилактическим работам – с 20,8 % снизилось до 12,9 %. Но профилактические мероприятия не являются решением проблемы, поскольку сами отказы связаны в первую очередь с коррозионным износом трубопроводов, что вновь повлечет за собой рост порывов. Отказы на промысловых трубопроводах наносят большой экономический ущерб не только из-за потерь продукта и нарушения работы нефтедобывающего оборудования, но и сопровождаются затратами на ликвидацию последствий аварии со стороны эксплуатирующего предприятия: существенный урон экологии – это загрязнение окружающей среды, гибель флоры и фауны; возникновение пожаров и даже человеческие жертвы.

Именно поэтому к трубопроводам предъявляются очень высокие требования, одним из которых является герметичность. Ведь именно безаварийная работа системы трубопроводов позволяет доставить весь объем добытой нефти для переработки и далее до потребителя.

Главная отличительная черта географии предприятия: разбросанность месторождений, большинство из них находится в труднодоступных Васюганских болотах. На сегодняшний день предприятие эксплуатирует 32 месторождения, которые находятся на большом расстоянии от города Стрежевой: 500 км на юго-запад – Крапивинское, 400 км на юго-восток – Лугинецкое, 100 км на северо-восток – Вахское. Степень заболоченности достигает до 80%. Коэффициент густоты речной сети – 0,32.