

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "ГАЗПРОМ"

ВЕДОМСТВЕННЫЙ РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИКА  
ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ  
БАЛОЧНЫХ ПЕРЕХОДОВ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ  
ЧЕРЕЗ МАЛЫЕ РЕКИ, РУЧЬИ  
И ДРУГИЕ ПРЕПЯТСТВИЯ

ВРД 39-1.10-016-2000

МОСКВА 2000

Система нормативных документов в газовой промышленности

ВЕДОМСТВЕННЫЙ РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИКА  
ОЦЕНКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ БАЛОЧНЫХ ПЕРЕХОДОВ  
МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ЧЕРЕЗ  
МАЛЫЕ РЕКИ, РУЧЬИ И ДРУГИЕ ПРЕПЯТСТВИЯ

ВРД 39-1.10-016-2000

ОАО «ГАЗПРОМ»

ООО «ПОДВОДГАЗЭНЕРГОСЕРВИС»

Информационно-рекламный центр газовой промышленности (ИРЦ Газпром)

Москва 2000

ПРЕДИСЛОВИЕ

РАЗРАБОТАН Всероссийским научно-исследовательским институтом природных газов и газовых технологий - ВНИИГАЗ, ООО «Подводгазэнергосервис».

ВНЕСЕН Управлением по транспортировке газа и газового конденсата ОАО «Газпром»

УТВЕРЖДЕН Членом Правления ОАО «Газпром» Б.В. Будзуляком 28 февраля 2000 г.

ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Распоряжением ОАО «Газпром» от 1 ноября 2000 г. № 460 с 1 декабря 2000 г. сроком на три года

СОГЛАСОВАН ООО «Газнадзор», Управлением науки, новой техники и экологии, Управлением по транспортировке газа и газового конденсата. Управлением проектирования и экспертизы ОАО «Газпром»

ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение. 2

1. Основные положения. 2

2. Изучение проектной и исполнительной документации. 3

3. Анализ результатов внутритрубной дефектоскопии. 3

4. Определение условий опирания пролетов трубопроводов. 4

5. Определение состояния изоляционного покрытия, наличия и глубины коррозии металла труб. 4

6. Определение профиля оси перехода геодезическим методом.. 4

7. Приборные измерения напряжений. 4

8. Расчет НДС балочного перехода по результатам геодезической съемки и оценка работоспособности. 5

9. Техническое и приборное обеспечение. 5

10. Техника безопасности. 5

Литература. 6

Приложение к «Методике оценки работоспособности балочных переходов через малые реки, ручьи и другие препятствия» 6

## **ВВЕДЕНИЕ**

Балочные переходы магистральных газопроводов, пересекающие естественные и искусственные препятствия, требуют повышенного внимания при эксплуатации и диагностировании газопроводов.

Вопросу повышения надежности надземной прокладки трубопроводов посвящены рекомендации ВНИИГАЗа / 1/, в которых изложены расчетные методы определения основных параметров прокладки и даны примеры расчета.

Практические методы обследования балочных переходов и расчетный метод определения напряженно-деформированного состояния (НДС) изложены в методике КомиНИПИстрой /2/. В этой методике представлен порядок обследования переходов с использованием геодезического метода определения кривизны оси надземного участка газопровода. Разработана методика расчета фактического НДС балочных переходов на основании результатов геодезической съемки оси и с учетом нормативных нагрузок и воздействий. Оценка результатов расчетов выполняется в соответствии с требованиями СНиП 2.05.06-85\* /3/. Даны способы снижения напряжений в виде подсадки одного из прилегающих подземных участков и возведения в середине пролета опоры.

Настоящая методика разработана в развитие вышеперечисленных материалов. В ней излагаются методы натурного обследования балочных переходов, включающие, помимо геодезической съемки кривой провиса трубопровода, анализ имеющихся результатов внутритрубной дефектоскопии, определение условий опирания пролета, замеры коррозионного утонения стенки трубы, учет влияния на прочность пролета движущихся снарядов - дефектоскопов. Кроме этого, дополнительно к геодезическому методу вводятся приборные замеры напряжений в отдельных сечениях пролета.

Расчет НДС переходов осуществляется по разработанной в НТЦ "Ресурс газопроводов" ВНИИГАЗа методике с учетом их фактического состояния, оцененного по результатам обследования.

Заключение о работоспособности составляется на основе расчетных данных и приборных замеров НДС с использованием рекомендаций по оценке работоспособности дефектных участков /4, 5/.

В термин "оценка работоспособности" вложен смысл проверки соблюдения условий предельных состояний по фактическим параметрам балочных переходов, определяющим их текущее техническое состояние (уровни напряжений в металле трубопровода, коррозионное повреждение, наличие трещин и связанная с этим концентрация напряжений).

Методика предназначена для газотранспортных предприятий, занимающихся диагностированием технического состояния балочных переходов магистральных газопроводов, оценкой их текущей работоспособности и прогнозированием безопасного срока их эксплуатации.

Методика разработана на основе имеющейся нормативной и технической документации по проведению диагностирования линейной части магистральных газопроводов (МГ) и оценки ее работоспособности.

Методика разработана в НТЦ "Ресурс газопроводов" ВНИИГАЗа (д.т.н. проф. В.В. Харионовский, д.т.н. В.П. Черный, к.т.н. С.С. Фесенко, А.Н. Шилин) и фирмой "Подводгазэнергосервис" (А.Н. Хабибуллин, С.А. Герасимов) при участии ООО "Пермтрансгаз" (Р.Н. Хасанов, О.В. Чичелов).

### **Система нормативных документов в газовой промышленности Ведомственный руководящий документ**

#### **Методика оценки работоспособности балочных переходов магистральных газопроводов через малые реки, ручьи и другие препятствия**

**Дата введения 2000-12-01 1.**

## **1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

- 1.1. При пересечении магистральными газопроводами естественных и искусственных препятствий применяются надземные системы прокладки, которые могут быть также образованы за счет смыва обваловки подземного участка трубопровода тальми водами и развитием оврагообразования.
- 1.2. Балочные переходы испытывают по сравнению с подземными участками дополнительное нагружение от переменного воздействия температуры наружного воздуха, ветрового воздействия и поперечной нагрузки от собственного веса трубы, транспортируемого газа и снежного покрова на трубе.
- 1.3. Особый вид нагружения балочный переход испытывает при перемещении по нему очистных устройств и снарядов - дефектоскопов.
- 1.4. Такое комбинированное воздействие выдвигает повышенные требования к обеспечению безопасной эксплуатации балочных переходов и необходимость проведения диагностирования с выполнением расчетных оценок прочности.
- 1.5. В настоящей методике рассматривается только статическое нагружение надземного участка газопровода от вышеперечисленных факторов. Динамическое воздействие от ветровой нагрузки и движущейся нагрузки при перемещении внутритрубных снарядов не исследуется. Динамический расчет надземного газопровода при воздействии ветрового потока представлен в работе /1/.
- 1.6. Оценка работоспособности балочных переходов проводится на основе анализа результатов натурного обследования и расчетных оценок прочности и долговечности с учетом их фактического состояния.
- 1.7. При обнаружении дефектов на балочном переходе проводится их классификация и замеры параметров. Оценка работоспособности таких участков дополняется расчетом на остаточную прочность и долговечность в соответствии с разработанными рекомендациями /4 - 6/.
- 1.8. В соответствии с настоящей методикой комплекс работ, включающий в себя натурное обследование и расчетный анализ балочных переходов, должен содержать следующие этапы:
  - изучение проектной и исполнительной документации;
  - анализ результатов внутритрубной дефектоскопии;
  - определение условий опирания пролетов трубопроводов;
  - определение состояния изоляционного покрытия, наличия и глубины коррозии металла труб;
  - определение профиля оси перехода геодезическим методом;

- приборное измерение напряженного состояния пролета;
- расчет НДС пролета по результатам геодезической съемки;
- оценка работоспособности балочного перехода по результатам расчетного анализа и натурного обследования.

1.9. Порядок выполнения вышеперечисленных этапов обследования и расчета описывается ниже. В зависимости от поставленных задач комплекс обследований может расширяться выполнением дополнительных диагностических обследований либо сокращаться.

## **2. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЕКТНОЙ И ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ**

2.1. На данном этапе комплекса работ должны быть установлены следующие параметры объекта:

- категория участка трубопровода;
- диаметр трубопровода и толщина стенки;
- нормативные механические характеристики металла трубы;
- максимальные и минимальные значения температуры наружного воздуха данной местности;
- сезонная температура газа на данном пикете;
- длина пролета;
- граничные условия опирания пролета;
- температура стенок трубы при строительстве в период захлеста участка трубопровода.

Эти параметры являются базой для проведения последующих прочностных расчетов.

## **3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВНУТРИТРУБНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ**

3.1. По отчетным материалам внутритрубной дефектоскопии проверяется наличие кольцевых трещин в стенке трубы, сварных и иных дефектов в металле. При проведении прочностного расчета должно быть учтено влияние каждого дефекта на несущую способность пролета.

3.2. В случае фиксирования внутритрубной дефектоскопией трещин в стенке трубы необходимо при наружном обследовании установить их размеры, расположение относительно сварных швов трубопровода и ориентацию по осям трубы.

3.3. Определение работоспособности перехода дополняется при этом оценкой надежности трубопровода, содержащего трещиноподобные дефекты и трещины. Критерии трещиностойкости и алгоритм расчета представлены в методических рекомендациях /6/.

## **4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ОПИРАНИЯ ПРОЛЕТОВ ТРУБОПРОВОДОВ**

4.1. Для каждого обследуемого пролета устанавливается тип опирания его концов:

железобетонные плиты или выход трубопровода на дневную поверхность из грунта. Этим определяются граничные условия в расчетной схеме. При этом необходимо установить, насколько плотно труба прилегает к опоре, имеется ли зазор между трубой и опорой. При наличии такого зазора требуется определить его величину и протяженность по оси трубы.

## **5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ, НАЛИЧИЯ И ГЛУБИНЫ КОРРОЗИИ МЕТАЛЛА ТРУБ**

5.1. Состояние изоляции перехода определяется визуально. В местах дефекта изоляции производится осмотр поверхности трубы на предмет установления коррозии. Особое внимание необходимо уделять осмотру состояния изоляционного покрытия и выявлению поверхностных дефектов трубы в местах контакта трубопровода с грунтом в опорных сечениях пролета. Опорные участки балочного перехода подвергаются коррозионному воздействию наиболее интенсивно.

5.2. Замеры коррозионного утонения стенки трубы проводятся по рекомендациям / 4/.

## **6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОФИЛЯ ОСИ ПЕРЕХОДА ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ МЕТОДОМ**

6.1. Определение фактического профиля оси балочного перехода (положение изогнутой оси в вертикальной плоскости) проводится с целью последующего расчета напряженно-деформированного состояния и оценки несущей способности пролета. Съемка профиля оси перехода производится геодезическим методом с использованием прибора типа нивелир.

Для этой цели на трубопроводе в местах замеров делаются отметки для установки рейки с постоянным шагом, равным примерно 2-4 наружным диаметрам трубы. Рейка при измерениях должна находиться строго на верхней образующей трубы. С помощью нивелира определяются относительные высотные отметки трубопровода с занесением данных в журнал.

6.2. Определение высотных отметок трубопровода необходимо проводить и на примыкающих к пролету подземных участках. Съемка подземных участков должна проводиться по обе стороны от пролета на расстоянии 30 - 50 м от опор. На этих участках определяются высотные отметки дневной поверхности. Для установления глубины заложения трубопровода используются трассоискатели.

## **7. ПРИБОРНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ**

7.1. Помимо геодезического метода определения напряженного состояния балочного перехода проводятся приборные замеры напряжений в отдельных сечениях пролета.

7.2. Приборные замеры позволяют определять уровни напряжений в опорных сечениях трубопровода, вызванные воздействием примыкающих подземных участков газопровода, которые геодезическим методом не определяются.

7.3. Совместное использование геодезического метода и приборных замеров НДС позволяет получить более полную и достоверную информацию о напряженно-деформированном состоянии балочного перехода.

7.4. Измерительными сечениями при приборных измерениях являются: середина пролета и опорные сечения (на расстоянии 1 - 1,5 м от железобетонных плит, а при опирании на грунт - на расстоянии 0,5 - 1,5 м от места выхода трубы из грунта). Данные три сечения являются обязательными для измерения. При необходимости число проверяемых сечений на трубопроводе можно увеличить.

7.5. В качестве измерителя напряжений используется ультразвуковой прибор типа "Астрон", позволяющий определять продольные напряжения растяжения и сжатия в сечениях на изогнутых участках трубопроводов.

7.6. Технические данные прибора "Астрон", методика проведения измерений и обработки данных представлены в работе / 7/.

7.7. Проведение измерений НДС можно осуществлять также другими аттестованными приборами (например, ЕВРОЗЕТ, СТРЕССКАН). Расположение проверяемых сечений на трубопроводе при этом не меняется.

## **8. РАСЧЕТ НДС БАЛОЧНОГО ПЕРЕХОДА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ И ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ**

8.1. Балочные переходы рассчитываются как однопролетные бескомпенсаторные системы с учетом всех нормативных нагрузок и воздействий, действующих на них, а также масс пропускаемых снарядов-дефектоскопов. Кроме того, учитывается фактическая изогнутая ось участка балочного перехода, полученная в результате геодезической съемки.

8.2. Расчет напряженно-деформированного состояния балочных переходов проводится в соответствии с нормативной документацией / 3/ по разработанной в НТЦ "Ресурс газопроводов" ВНИИГАЗа компьютерной программе.

8.3. Проверка соблюдения условий предельных состояний балочных переходов проводится по недопущению чрезмерных пластических деформаций (по пределу текучести) в соответствии с требованиями п. 8.34 СНиП 2.05.06-85\* /3/.

8.4. По результатам внутритрубной дефектоскопии и натурного обследования проводится анализ и классификация обнаруженных дефектов в трубопроводе перехода. При этом расчет напряженно-деформированного состояния и оценка несущей способности балочных переходов дополняются расчетом на остаточную прочность и долговечность по разработанным рекомендациям /4 - 6/.

8.5. На основе расчетных данных и приборных замеров, учитывая все параметры и факторы, выявленные натурным обследованием и расчетным анализом, составляется "Акт обследования технического состояния балочного перехода" с заключением о его работоспособности. В заключении о работоспособности должны быть представлены рекомендации по поддержанию переходов в исправном состоянии при дальнейшей эксплуатации, а также, при необходимости, предложены мероприятия по улучшению технического состояния балочных переходов.

## **9. ТЕХНИЧЕСКОЕ И ПРИБОРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

9.1. Для получения всей необходимой информации о состоянии балочного перехода в процессе проведения обследований необходимо иметь следующие средства и приборы:

- нивелир;
- геодезическая рейка;
- рулетка;
- толщиномер;
- штангенциркуль;
- трассоискатель;
- ультразвуковой прибор "Астрон";
- подвесное сиденье на канатах (для работы на потолочной части трубопровода на расположенных высоко над уровнем земли переходах).

## **10. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

10.1. Участники обследования перед производством работ должны пройти вводный инструктаж в эксплуатирующей организации по технике безопасности и производственной санитарии в соответствии с действующими правилами и инструкциями.

10.2. Организация, эксплуатирующая обследуемые балочные переходы, выделяет технические средства и осуществляет необходимые мероприятия для обеспечения выполнения работ.

10.3. Должностные лица организаций, эксплуатирующих обследуемые балочные переходы, а также инженерно-технические и руководящие работники организаций и предприятий, направившие своих сотрудников на обследование балочных переходов, виновные в нарушении правил техники безопасности, несут персональную ответственность за нарушение правил техники безопасности, независимо от того, привело или не привело это нарушение к аварии или несчастному случаю. Они также отвечают за нарушения, допущенные их подчиненными.

10.4. Участники обследования балочных переходов должны быть снабжены деревянной лестницей, обувью без металлических подков и выступающих гвоздей, исключающих образование искры, и монтажными поясами. Монтажные пояса должны использоваться при высоте балочного перехода над уровнем земли свыше двух метров, независимо от того, применяется или не применяется подвесное сиденье, а при работе над водой монтажные пояса должны использоваться всегда.

10.5. Перед проведением обследований створ газопровода очищается от растительности до 1,5 м по обе стороны от газопровода, с соблюдением Правил /8/.

10.6. При видимых провисах газопровода перехода и неизвестных напряжениях в нем обследование должно проводиться особенно осторожно, не допуская дополнительного нагружения газопровода без необходимости.

10.7. При обнаружении на месте действующих коммуникаций утечек продукта и других дефектов они должны быть немедленно устранены силами и средствами эксплуатирующей организации до начала производства работ.

10.8. В случае повреждения газопровода или обнаружении утечки из него продукта в процессе производства работ, весь персонал и технические средства должны быть немедленно выведены из опасной зоны, а эксплуатирующая организация немедленно извещена о повреждении (утечке).

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Рекомендации по прочностным расчетам надземных газопроводов. М.:ВНИИГЗ, 1988.

2. Методика обследования и расчета напряженно-деформированного состояния всплывших и балочных переходов газопроводов. Ухта, КомиНИПИстрой, 1992.
3. СНиП 2.05.06-85\*. Магистральные трубопроводы. М.: Стройиздат, 1997.
4. Рекомендации по оценке работоспособности участков газопроводов с поверхностными повреждениями. М.: ВНИИГАЗ, 1996.
5. Рекомендации по оценке работоспособности дефектных участков газопроводов М.: ВНИИГАЗ, 1998.
6. Методические рекомендации по расчетам конструктивной надежности магистральных газопроводов (РД 51.4.2.-003-97) ИРЦ ГАЗПРОМ, Москва, 1997.
7. Определение текущего технического состояния и проведение диагностирования карстовых участков газопроводов п."Пермтрансгаз". М.: Отчет по теме 118.12.02, ВНИИ-ГАЗ, 1996.
8. Правила охраны магистральных трубопроводов. Москва, 1982.

**Приложение  
(обязательное)**

**к «Методике оценки работоспособности  
балочных переходов через малые реки, ручьи  
и другие препятствия»**

<b>АКТ</b>
обследования технического состояния балочного перехода
от " _ " _____ 20 _ г.
Составлен представителями: _____
_____
_____
в том, что в период с _____ по _____ 20 _ г. была
выполнена оценка работоспособности балочного перехода _____
_____
(наименование магистрального перехода)
Параметры объекта: (категория участка трубопровода; диаметр трубопровода и толщина стенки; механические характеристики металла трубы; среднегодовой температурный перепад данной местности; сезонная температура газа на данном пикете; длина пролета; температура трубы при строительстве в период захлеста участка трубопровода) _____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
Результаты обследования:
1) наличие и местоположение трещин в стенке трубы, сварных швах или иных дефектов в металле (анализ результатов внутритрубной дефектоскопии), показать на схеме
_____
_____
_____
2) условия опирания пролетов трубопроводов - наличие и местоположение зазоров между трубой и опорой (показать на схеме), плотность прилегания трубы к опоре, тип опирания концов пролета
_____
_____
3) состояние изоляционного покрытия, наличие, местоположение и глубина коррозии металла труб (в т.ч. и в местах (опирания) выхода трубопровода из грунта) _____
_____
_____

4) геодезическая съемка профиля (выполнялась, не выполнялась), по результатам съемки указать в т. ч. и стрелу прогиба \_\_\_\_\_

5) наличие и местоположение гнутых вставок (показать на схеме) \_\_\_\_\_

6) приборные измерения напряжений (выполнялись, не выполнялись), по результатам измерений указать основные значения напряжений \_\_\_\_\_

#### Заключение о работоспособности балочного перехода

На основании результатов обследования определяются осевые и фибровые продольные напряжения и проводится их оценка соответствия предельным состояниям по СНиП 2.05.06-85:

- по условию прочности (для осевых напряжений);
- по условию деформативности (для фибровых напряжений в растянутой и сжатой зонах).

1. Обследованный балочный переход удовлетворяет (не удовлетворяет) требованиям СНиП 2.05.06-85\* по условию прочности (осевым напряжениям).

2. Обследованный балочный переход удовлетворяет (не удовлетворяет) требованиям СНиП 2.05.06-85\* по условию деформативности (фибровым напряжениям).

Вывод. Обследованный балочный переход удовлетворяет (не удовлетворяет) требованиям работоспособности в соответствии с СНиП 2.05.06-85\* \_\_\_\_\_

#### Приложения к акту

1. Исполнительная схема измерений балочного перехода (с отметками по пунктам 1), 2), 3) и 5) результатов обследования) - выполняется в произвольной форме
2. Профиль балочного перехода по данным геодезической съемки (приложение №1)
3. Эпюра продольных напряжений по данным приборных измерений (приложение №2)
4. Таблица расчетных и допускаемых значений продольных напряжений (приложение №3).

Подписи:

Приложение 1 к акту

**Профиль балочного перехода по данным геодезической съемки.**

Газопровод: \_\_\_\_\_

Километраж \_\_\_\_\_ Пикетаж \_\_\_\_\_

Дата " \_ " \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

\*\*\*

\*\*\*

\*\*\*

Примечания: \*\*\*- признак превышения напряжениями допустимых значений (графы 5, 8, 11).