

**Изменение № 2 СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»**

**УТВЕРЖДЕНО** и введено в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России)  
от \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_

Дата введения – \_\_\_\_\_

**2 Нормативные ссылки**

Дополнить нормативные ссылки:

«ГОСТ 25866-83 Эксплуатация техники. Термины и определения».

**3 Термины и определения**

Дополнить пунктом 3.32:

«**коррозионное растрескивание под напряжением**: Хрупкое разрушение, возникающее в результате одновременного воздействия растягивающих напряжений и коррозионной среды на чувствительный к ней металл».

**4 Обозначения и сокращения**

Дополнить:

«КРН – коррозионное растрескивание под напряжением».

**5 Общие положения**

Дополнить подразделом 5.5:

«Прогнозирование опасности аварийных разрушений КРН».

Дополнить пунктом 5.5.1:

«При выполнении работ по реконструкции действующих трубопроводов необходимо учитывать результаты обследования трубопроводов, оценка состояния которых проведена с помощью «Методики прогнозирования опасности аварийных разрушений КРН» (Приложение Г)».

**9 Сварка и контроль качества кольцевых сварных соединений**

Пункт 9.6.1. Первое предложение. Заменить слова «режим термообработки» на «режим термической обработки».

Пункт 9.6.1. Второе предложение. Заменить слово «термообработку» на «термическую обработку».

Пункт 9.6.2. Заменить слово «термообработку» на «термическую обработку».

Пункт 9.6.3. Заменить слова «при термообработке» на «при термической обработке».

Пункт 9.11.23. Заменить слова «могут применяться» на «применяются».

(Продолжение изменения № 2 к СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»)

**19 Испытания трубопроводов. Очистка и осушка полости**

Пункт 19.5.1. Дополнить третьим абзацем:

«Разрешительные документы на использование водного объекта для проведения гидравлических испытаний трубопроводов должны соответствовать требованиям Водного кодекса РФ № 74-ФЗ».

**20 Монтаж средств электрохимической защиты**

Пункт 20.5. Изложить в новой редакции:

«При транспортировке, погрузке, разгрузке и установке упакованных протекторов и комплектных анодных заземлителей необходимо принять меры предосторожности с тем, чтобы исключить возможность толчков и ударов, которые могут привести к повреждениям протектора, электрода заземлителя. Не допускается сбрасывать протекторы и заземлители с транспортных средств на землю или в траншею и скважину».

Пункт 20.20. Изложить в новой редакции:

«Работы по комплексному опробованию системы ЭХЗ, производимые для определения готовности их к вводу в эксплуатацию, должны осуществляться заказчиком совместно со строительной организацией, с составлением акта опробования системы ЭХЗ, указанием режимов работы СКЗ, потенциалов и др., а так же выявленных замечаний».

**Приложения**

Дополнить Приложением Г:

«Методика прогнозирования опасности аварийных разрушений КРН».

Приложение Г  
(рекомендуемое)

## Методика прогнозирования опасности аварийных разрушений КРН

### 1 Область применения

Настоящий методический документ (МД) является руководящим документом, определяющим процедуры идентификации, оценки, ранжирования рисков, связанных с образованием КРН дефектов на магистральных трубопроводах.

### 2 Определения, обозначения и сокращения

В настоящей методике применяют следующие термины:

**Балластировка трубопровода:** установка на трубопроводе устройств, обеспечивающих его проектное положение на обводненных участках трассы.

**Вероятность обнаружения:** вероятность того, что дефект (особенность), относящийся к определенному классу (виду) и имеющий заданные размеры, будет выявлен ВИП.

**Внутритрубная диагностика:** комплекс работ, обеспечивающий получение информации о дефектах трубопровода с использованием внутритрубных инспекционных приборов.

**Внутритрубный инспекционный прибор (дефектоскоп):** устройство, перемещаемое внутри трубопровода потоком перекачиваемого продукта, снабженное средствами контроля и регистрации данных о дефектах стенки трубопровода и сварных швов.

**Вспомогательный электрод (датчик потенциала):** электрод, имитирующий условия катодной поляризации на реально защищаемом трубопроводе.

**Изоляционное покрытие:** изоляция внешней поверхности трубопровода неэлектропроводящими химически стойкими материалами.

**Катодная защита:** торможение коррозионного процесса посредством сдвига потенциала оголенных участков трубопровода в сторону более отрицательных значений, чем потенциал свободной коррозии этих участков.

**Контрольно-измерительный пункт:** Устройство, позволяющее выполнять измерения потенциала трубопровода.

**Коррозионное растрескивание под напряжением (стресс-коррозия):** хрупкое разрушение, возникающее в результате одновременного воздействия растягивающих напряжений и коррозионной среды на чувствительный к ней металл.

(Продолжение изменения № 2 к СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»)

**Микробиологическая коррозия:** процесс коррозионного разрушения металла, вызванный действием микроорганизмов, находящихся в почве, жизнедеятельность которых связана с металлической поверхностью подземных сооружений.

**Отказ:** событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

**Поляризационный потенциал:** разность потенциалов труба-земля без омической составляющей (падения напряжения в грунте и изоляции).

**Противокоррозионная защита:** защита от коррозии совместным применением изоляционного покрытия и электрохимической защиты.

**Трещина:** дефект в виде разрыва (несплошности) металла, геометрия которого определяется двумя размерами (длина, глубина).

**Трещиноподобный коррозионно-механический дефект (дефект КРН):** дефект в виде одиночной трещины или колонии трещин, скорость роста которых определяется воздействием на металл, как коррозионной среды, так и напряжений.

**Установка катодной защиты:** комплекс устройств, состоящий из катодной станции, дренажной линии и анодного заземления, обеспечивающий смещение потенциалов на трубопроводе в отрицательную сторону.

**Установка протекторной защиты:** установка, состоящая из нескольких протекторов, подключенных к трубопроводу через контрольно-измерительный пункт.

**Участок трубопровода:** часть трубопровода, характеризующаяся одинаковостью конструкции и природных условий.

**Эксплуатация:** стадия жизненного цикла изделия, на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество [ГОСТ 25866-83, пункт 1].

**Электрод сравнения:** электрод, имеющий постоянный электродный потенциал в данных условиях применения и используемый для измерения потенциалов.

В данной методике применяются следующие обозначения и сокращения:

**ВИП:** внутритрубный инспекционный прибор

**ВДД:** внутритрубная диагностика

**КИП:** контрольно-измерительный пункт

**КРН:** коррозионное растрескивание под напряжением (стресс-коррозия)

**МД:** методический документ

**НТД:** нормативно-техническая документация

**СВБ:** сульфат-восстанавливающие бактерии

(Продолжение изменения № 2 к СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»)

### **3 Общие принципы прогнозирования опасности аварийных разрушений участков магистральных трубопроводов по причине КРН**

3.1 Применительно к процессу коррозионного растрескивания под напряжением нарушение целостности магистрального трубопровода включает следующие основные стадии:

- реакция образования форм водорода (ион, атом, молекула);
- адсорбция форм водорода на поверхности металла;
- диффузия водорода (преимущественно протонов) в металл;
- накопление водорода в различных формах в дефектах кристаллической решетки металла с локальным ростом внутреннего давления (напряжений) в кристаллической решетке;
- локальный разрыв решетки от дефекта со снижением локального давления;
- повторение предыдущих процессов до достижения суммарными порывами критических размеров трещины;
- разрыв металла с образованием видимой трещины;
- в процессе разрыва металла течение решетки на участках с давлением в границах пределов текучести и прочности.

3.2 Опасность аварийных разрушений магистральных трубопроводов по причине КРН определяется путем оценки риска отказа участка магистрального трубопровода по причине такого разрушения.

3.3 Для оценки риска отказа участка магистрального трубопровода необходимо:

- разбить анализируемый магистральный трубопровод на дискретные участки идентичные по базовым условиям прокладки (например, участки между контрольно-измерительными пунктами, узлами запорной арматуры, установками катодной и протекторной защиты и т.д.), отдельно выделяя специфические участки, в частности переходы через водные преграды, болота, зоны специфических грунтовых условий, зоны наличия блуждающих токов и т.д.;
- провести факторный анализ присутствия на выделенных участках необходимых и достаточных факторов опасности коррозионного растрескивания под напряжением в соответствии с таблицей 1;
- на базе факторного анализа выполнить бальную оценку вероятности отказа в соответствии с таблицей 2;

(Продолжение изменения № 2 к СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»)

– определить потенциальные последствия отказа по причине коррозионного растрескивания под напряжением на каждом дискретном участке магистрального трубопровода в соответствии с таблицей 3;

– определить риск отказа по причине КРН на каждом дискретном участке магистрального трубопровода в соответствии с рис. 1

#### **4 Факторный анализ опасности КРН**

4.1 Факторный анализ опасности КРН участков магистральных трубопроводов выполняется в 3 этапа.

4.2 Первый этап включает анализ проектной и строительной документации, составление перечня участков с совокупностью инженерно-геологических признаков возможного проявления КРН (по результатам предпроектных изысканий, статистике аварийных разрушений, литературным данным и т.п.).

4.3 Второй этап включает анализ исполнительной документации линейных производственных управлений и составление уточненного перечня участков.

4.4 Третий этап включает анализ результатов коррозионных исследований магистральных трубопроводов.

4.5 Возникновение и развитие КРН требует одновременного присутствия специфических для каждой системы «металл-грунт» факторов. Их принято разделять на четыре группы относящиеся:

- трассовым условиям;
- коррозионным условиям;
- металлургическим факторам;
- механическим факторам.

4.6 Указанные в таблице 1 факторы КРН по механизму влияния на процесс стресс-коррозии разделяются на две основные группы. Факторы первой группы (необходимые факторы) отвечают за процесс инициации стресс-коррозии, напрямую связаны с присутствием доноров водорода в околотрубном пространстве и определяют интенсивность процесса наводороживания стенки трубопровода. Вторая группа факторов отвечает за процессы накопления водорода в дефектах кристаллической решетки трубной стали, а также за скорость распространения трещиноподобного дефекта в стенке трубопровода. Поэтому факторам первой группы (необходимым факторам) соответствуют большие значения баллов в таблице 1.

(Продолжение изменения № 2 к СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»)

4.7 Всю собранную информацию анализируют в соответствии с таблицей 1 настоящего методического документа и определяют сумму баллов – балльное значение вероятности отказа участка магистрального трубопровода.

4.8 Шкала оценки вероятности, соответствующая балльной оценке вероятности отказа показаны в таблице 2. При оценке вероятности отказа рассчитывается балльная оценка от 0 до 100. Данная оценка не учитывает возможные дополнительные эксплуатационные технические решения, обеспечивающие безопасность магистрального трубопровода по причине КРН – сокращенная периодичность внутритрубной диагностики, заблаговременные ремонтные работы и т.д.

4.9 В качестве риск-образующего события – отказа следует рассматривать любую разгерметизацию участка линейной части магистрального трубопровода по причине КРН.

Таблица 1.

Перечень факторов опасности проявления КРН на участках магистральных газопроводов

<b>Категория факторов КРН</b>	<b>Наименование признака</b>	<b>Критерии опасности</b>	<b>Количество баллов</b>	<b>Источник информации</b>			
Трассовые условия	Переменное увлажнение грунтов	Проявляется	1	Результаты инженерных изысканий			
			Расстояние от компрессорной станции		3	Проектная и исполнительная документация	
					2		
					1		
Коррозионные факторы, в том числе уровень противокоррозионной защиты	Тип изоляции	Пленочная, в полевом исполнении	2	Проектная и исполнительная документация			
			Состояние изоляции		Падение сопротивления изоляции более чем в 3 раза по сравнению с проектным значением	1	Результаты плановых электрометрических обследований по ГОСТ Р 51164, ГОСТ 9.602
						Наличие дефектов изоляции (не менее 3 дефектов на 1 км)	

(Продолжение изменения № 2 к СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»)

Категория факторов КРН	Наименование признака	Критерии опасности	Количество баллов	Источник информации
		Наличие закрытых дефектов изоляции типа карман	2	
	Катодная защита	Значение поляризационного потенциала на КИП больше нормативного по ГОСТ Р 51164	4	Эксплуатационная документация Результаты плановых электрометрических обследований по ГОСТ Р 51164, ГОСТ 9.602
	Грунты в околотрубном пространстве	Тяжелая глина, суглинки	1	Результаты инженерных изысканий, Проектная документация, полевые наблюдения и анализы
		Признаки оголения грунта	3	
Положительные результаты анализа на содержание сульфат-восстанавливающих бактерий в грунте		12		
Коррозионные факторы, в том числе уровень противокоррозионной защиты	рН группа	Менее 6	3	Результаты инженерных изысканий
		От 6 до 8,5	1	Полевые и лабораторные исследования
	Состав грунтового электролита	Органические вещества (гумус) – более 0,5% по массе	3	Результаты инженерных изысканий Полевые и лабораторные исследования
		Сульфид-ионы – следы и выше	12	
		Би- или гидрокарбонат-ионы – следы и выше	12	
		Ионы аммония – следы и выше	12	



(Продолжение изменения № 2 к СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»)

Категория факторов КРН	Наименование признака	Критерии опасности	Количество баллов	Источник информации
Металлургические факторы	Трубы	X60-X70	2	Проектная и исполнительная документация Сертификат на трубы
		Двухшовные	2	
		$\sigma_{0,2} / \sigma_B$ более 0,85 отклонение от нормативных документов на данный вид продукции	2	
		Выявленные дефекты КРН или, в случае отсутствия данных по ВТД, положительные результаты полевых испытаний опасности КРН	12	
Механические факторы	Кольцевые и осевые рабочие напряжения	$>0,6 \sigma_{0,2}$	2	Проектная документация, исполнительная документация эксплуатирующей организации
	Устройства создающие дополнительные напряжения	Балластирующие устройства (пригрузы, анкерные устройства) и др.	1	
	Флуктуации рабочего давления $R = P_{\min} / P_{\max}$	$R < 0,9$	2	

Таблица 2.

Описание шкалы вероятности отказа магистральных трубопроводов по причине КРН без применения дополнительных технических решений

<b>Шкала вероятности</b>	<b>Описание с точки зрения частоты события</b>	<b>Оценка, баллы</b>
Низкая	Никогда или не более часто, чем 1 раз в 30 лет	0 - 20
Вероятно	От 2 до 3 отказов на протяжении 30 лет эксплуатации после запуска	21 – 40
Средняя	Отказ произойдет на протяжении 10 лет	41 – 60
Высокая	Отказ произойдет на протяжении 3 лет	61 – 80
Очень высокая	Отказ произойдет в любой момент времени	81 - 100

## 5 Определение потенциальных последствий отказа участка магистрального трубопровода по причине КРН

5.1 Критерии оценки последствий отказа магистрального трубопровода по причине КРН приведены в таблице 3.

5.2 Последствия отказа участка магистрального трубопровода оцениваются в области промышленной безопасности персонала магистрального газопровода и третьих лиц.

5.3 Определение последствий отказа производится в соответствии с действующей нормативно-технической документацией по промышленной безопасности магистральных газопроводов для случаев разгерметизации магистрального трубопровода вследствие образования трещиноподобного дефекта коррозионно-механического происхождения.

Таблица 3.

Описание шкалы вероятности последствий нарушения целостности

<b>Категории последствий</b>	<b>Последствия отказа</b>	<b>Бальная оценка</b>
Очень высокие	Возможен групповой смертельный случай или потеря трудоспособности 2-х и более лиц	90
Высокие	Возможен смертельный случай и негативное воздействие на персонал и третьих лиц в т.ч. с постоянной потерей трудоспособности	70
Средние	Вероятны травмы и негативное воздействие на персонал и третьих лиц в т.ч. с временной потерей трудоспособности	50

(Продолжение изменения № 2 к СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»)

<b>Категории последствий</b>	<b>Последствия отказа</b>	<b>Бальная оценка</b>
Ниже среднего	Вероятны травмы и негативное воздействие на персонал и третьих лиц в т.ч. с необходимостью амбулаторного лечения и профилактики	30
Низкие	Отсутствует негативное воздействие на жизнь и здоровье персонала и третьих лиц	10

## **6 Определение риска отказа магистрального трубопровода по причине КРН**

6.1 Настоящая методика определения риска отказа участка магистрального трубопровода по причине КРН оценивает риск отказа по 5-ти категориям: от 1-й – низкой, до 5-й – очень высокий риск.

6.2 Полученные значения бальной оценки вероятности отказа магистральных трубопроводов по причине КРН и вероятности последствий нарушения целостности по причине КРН располагаются по осям абсцисс и ординат матрицы риска (см. рис. 1). На матрице рисков в соответствии с полученной оценкой риска каждому участку МГ присваивается категория от 1 (красный) – «самый ответственный», до 5 – «не ответственный» с необходимостью мониторинга рисков и изменений и минимальным набором контрольных мероприятий. Конечная точка вектора, проложенного из начала координат до точки, где Y – баллы за последствия отказа, а X – баллы за вероятность отказа указывает на категорию риска данного участка магистрального трубопровода по причине КРН.

6.3 Категории опасности участков магистральных трубопроводов по причине риска КРН устанавливаются в соответствии с идентифицированными рисками – см. таблицу 4.

Таблица 4.

Категории рисков участков магистральных трубопроводов по причине КРН

<b>№ п/п</b>	<b>Категория риска</b>
1	Очень высокий
2	Высокий
3	Средний
4	Ниже среднего
5	Низкий

(Продолжение изменения № 2 к СП 86.13330.2014 «Магистральные трубопроводы»)

\* - величина риска рассчитывается на основании балльной оценки вероятности и последствий отказа участка магистрального трубопровода. При этом вероятность и последствия оценивается по 100 балльной шкале, а численная величина риска есть длина вектора на матрице рисков от начала координат до точки, где Y – баллы за последствия отказа, а X – баллы за вероятность отказа.

\*\* - деление рисков по категориям в зависимости от величины риска уточняется ежегодно в рамках процедуры управления изменениями и актуализации оценки рисков в процессе эксплуатации магистрального трубопровода.

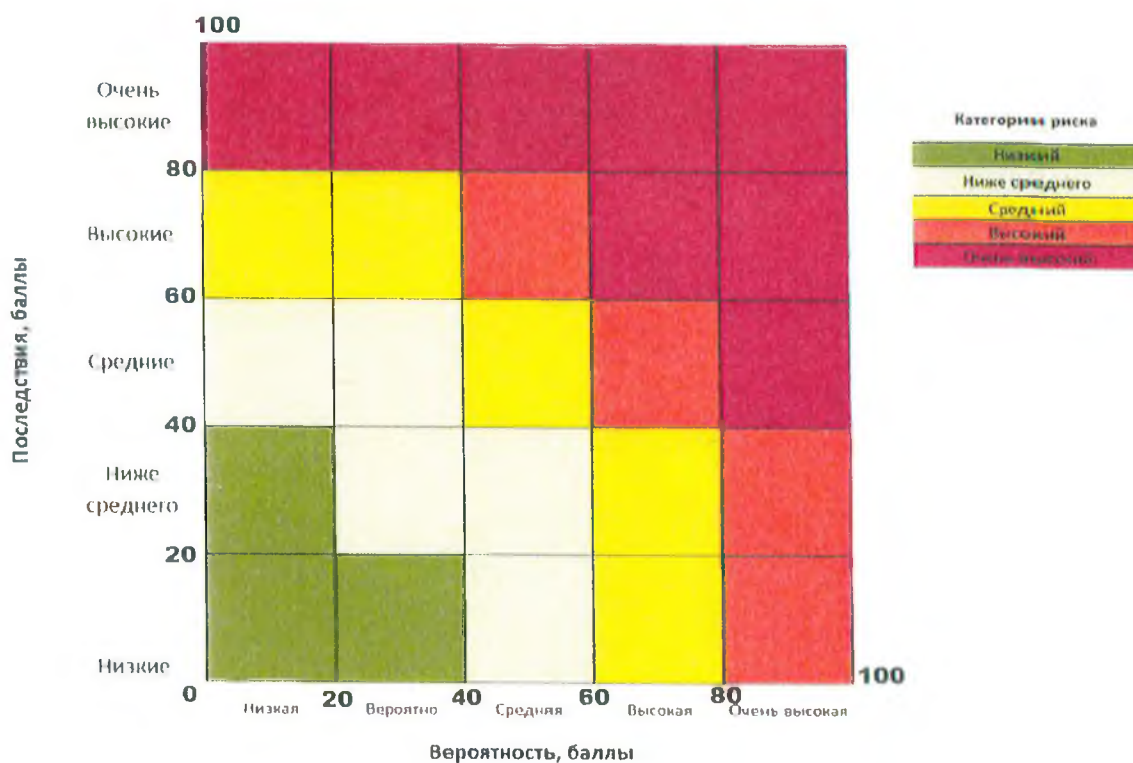


Рис. 1. Матрица рисков. Числами в ячейках матрицы указывается количество участков магистральных трубопроводов, относящихся к категории риска или их суммарная протяжённость.

6.4 Остаточный ресурс участков магистральных трубопроводов по причине риска КРН устанавливаются в соответствии с идентифицированными факторами опасности коррозионного растрескивания под напряжением (таблица 2) или рассчитывается с использованием результатов ВТД (при наличии выявленных дефектов КРН) в соответствии с действующей нормативно-технической документацией.

Руководитель организации-разработчика




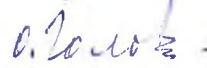

ЗАО «ПРОМТРАНСНИИПРОЕКТ»

	Директор	В.А. Сидяков
Руководитель разработки	Зам. директора по науке	Л.А. Андреева
Исполнитель	Начальник отдела Комплексных исследований, стандартизации и логистического сопровождения проектов	И.П. Потапов

**СОИСПОЛНИТЕЛЬ**

Руководитель организации-разработчика

АО ВНИИСТ

	Генеральный директор АО ВНИИСТ		О.О. Морозов
Руководитель разработки	Директор центра		А.О. Иванцов
Исполнители	Начальник отдела		Ю.В. Бешенков
	Заведующая лабораторией		О.Н. Головкина
	Старший научный сотрудник		Е.А. Фомина