

**И. Г. Родионова, А. И. Зайцев,  
О. Н. Бакланова, А. В. Голованов,  
Н. И. Эндель, Э. Т. Шаповалов, Г. В. Семернин**

**СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ  
К ПОВЫШЕНИЮ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ  
И ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СТАЛЕЙ  
ДЛЯ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ**

**И.Г. Родионова, А.И. Зайцев, О.Н. Бакланова, А.В. Голованов,  
Н.И. Эндель, Э.Т. Шаповалов, Г.В. Семернин**

**Современные подходы  
к повышению коррозионной стойкости  
и эксплуатационной надежности сталей  
для нефтепромысловых трубопроводов**

Москва  
Металлургиздат  
2012

УДК 620.193: 669.14.018.41: 621.643

ББК 30.3 + 39.7

С 56

Авторы:

*И.Г. Родионова, А.И. Зайцев, О.Н. Бакланова, А.В. Голованов,  
Н.И. Эндель, Э.Т. Шаповалов, Г.В. Семернин*

С 56

**Современные подходы к повышению коррозионной стойкости и эксплуатационной надежности сталей для нефтепромысловых трубопроводов / Родионова И.Г., Зайцев А.И., Бакланова О.Н. и др. — М.: Металлургиздат, 2012. — 172 с.**

ISBN 978-5-902194-60-6

Основной причиной многочисленных аварий нефтепромысловых трубопроводов является коррозия внутренней поверхности. Повышенная аварийность нефтепромысловых трубопроводных систем, при полном соответствии стали требованиям нормативных документов, свидетельствует о том, что их соблюдение не обеспечивает требуемую коррозионную стойкость и эксплуатационную надежность. Поэтому актуально проведение работ, направленных на разработку новых требований к сталям и методам их испытаний для повышения коррозионной стойкости и ресурса эксплуатации нефтепромысловых трубопроводов. Только на базе этого могут быть освоены технологии производства металлопродукции, обеспечивающей высокий срок безаварийной эксплуатации трубопроводов, экологическую безопасность нефтедобычи.

Монография предназначена для широкого круга научных и инженерно-технических работников, занимающихся проблемами повышения коррозионной стойкости и эксплуатационной надежности сталей для нефтепромысловых трубопроводов, тепловых сетей и других видов оборудования.

ББК 30.3 + 39.7

Научный редактор	<i>О.Н. Новоселова</i>
Выпускающий редактор	<i>Е.Х. Иванова</i>
Корректор	<i>Г.А. Петрухина</i>
Компьютерная верстка	<i>Е.Ю. Ерофеева, Е.Л. Гавриченко</i>

Подписано к печати 22.02.12

Формат 60×90 1/16. Бумага офсетная № 1.

Гарнитура Таймс Кириллик. Печать офсетная. Усл.-печ. 9 л. Тираж 300 экз.

ЗАО «Металлургиздат». 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 9/23.

Тел./факс: (495) 777-95-24, 926-38-81, 777-95-61

ISBN 978-5-902194-60-6



9 785902 194606

Коллектив авторов, 2012  
Металлургиздат, 2012

# Оглавление

<b>Введение</b> .....	3
<b>Глава 1. Основные представления о коррозионной стойкости углеродистых и низколегированных сталей</b> .....	8
1.1. Основные виды коррозионных повреждений нефтепромыслового оборудования .....	8
1.2. Механизмы общей и локальной коррозии внутренней поверхности трубопроводов .....	10
1.2.1. Общая коррозия .....	10
1.2.2. Механизмы локальной коррозии .....	15
1.2.3. Механизмы коррозионного растрескивания .....	19
1.2.4. Коррозионная усталость .....	20
1.2.5. Коррозионная кавитация .....	22
1.2.6. Коррозионная эрозия .....	23
1.3. Влияние химического состава, микроструктуры и чистоты по неметаллическим включениям на коррозионную стойкость стали .....	24
1.3.1. Влияние химического состава на коррозионную стойкость стали .....	25
1.3.2. Влияние микроструктуры на коррозионную стойкость стали .....	28
1.3.3. Влияние неметаллических включений на коррозионную стойкость стали .....	30
1.4. Состав и свойства КАНВ. Механизмы влияния КАНВ на коррозионные процессы .....	38
1.4.1. Вероятность ускорения коррозионных процессов в присутствии КАНВ из-за измененного напряженно-деформированного состояния матрицы вокруг включений .....	43
1.4.2. Влияние химического состава КАНВ и зон вокруг них на ускорение коррозионных процессов .....	47
1.4.3. Возможности реализации нетрадиционных схем транспорта кислорода в присутствии КАНВ .....	51
1.4.4. Механизмы ускорения коррозионных процессов в присутствии КАНВ2 .....	54
1.5. Повышение стойкости стали против коррозионно-механического разрушения .....	55
1.6. Методы контроля и исследования неметаллических включений .....	58
1.7. Методы и нормативная база коррозионных испытаний углеродистых и низколегированных сталей .....	62
1.8. Основные проблемы и направления работ по повышению коррозионной стойкости углеродистых и низколегированных сталей на современном этапе .....	69
<b>Глава 2. Факторы, определяющие коррозионную стойкость стали для труб нефтепромысловых трубопроводов, транспортирующих среды, не содержащие сероводород</b> .....	72

## *Оглавление*

2.1 Комплексные исследования образцов от разрушенных участков нефтепромысловых трубопроводов с различным сроком эксплуатации .....	72
2.2. Лабораторные динамические коррозионные испытания в среде, не содержащей сероводород .....	78
<b>Глава 3. Уточнение факторов, влияющих на коррозионную стойкость стали, при проведении промысловых испытаний в средах, не содержащих сероводород .....</b>	<b>83</b>
3.1. Длительные промысловые испытания образцов в байпасном участке нефтепромыслового трубопровода .....	84
3.2. Кратковременные промысловые испытания в действующих, нефтепромысловых трубопроводах Западной Сибири .....	89
3.2.1. Промысловые испытания в течение месяца в трубопроводах с умеренно жесткими условиями эксплуатации с умеренно жесткими условиями эксплуатации .....	89
3.2.2. Промысловые коррозионные испытания в действующем трубопроводе с жесткими условиями эксплуатации .....	100
<b>Глава 4. Факторы, определяющие стойкость сталей против локальной коррозии в нефтепромысловых средах, содержащих сероводород .....</b>	<b>112</b>
4.1. Лабораторные коррозионные испытания сталей в средах, содержащих сероводород .....	112
4.2. Промысловые коррозионные испытания сталей в средах, содержащих сероводород .....	117
<b>Глава 5. Факторы, определяющие коррозионную стойкость и эксплуатационную надежность соединительных деталей нефтепромысловых трубопроводов .....</b>	<b>123</b>
<b>Глава 6. Новые электрохимические методы исследования и оценки коррозионной стойкости трубных сталей для нефтепромысловых и других трубопроводов .....</b>	<b>135</b>
6.1. Анализ существующих методов оценки коррозионной стойкости углеродистых и низколегированных сталей .....	135
6.2. Разработка электрохимических методов для оценки коррозионной стойкости трубных сталей .....	136
6.3. Сравнение результатов оценки стойкости стали против локальной коррозии потенциодинамическим методом с результатами промысловых испытаний .....	142
6.4. Исследование стойкости стали против локальной коррозии по методике СТО 00190242-001-2008 на образцах проката для электросварных труб из стали различных марок .....	147
6.5. Разработка электрохимических методов определения типов неметаллических включений и структурных составляющих, отрицательно влияющих на коррозионную стойкость стали .....	153
<b>Заключение .....</b>	<b>163</b>
<b>Литература .....</b>	<b>166</b>