

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ
ОСНОВЫ
РЕФОРМИНГА ГАЗОВ**



**ТОНКИЕ
НАУКОЕМКИЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РЕФОРМИНГА ГАЗОВ

Допущено Федеральным учебно-методическим объединением
по укрупнённой группе специальностей и направлений
«Технологии материалов» в качестве учебного пособия
при подготовке магистрантов, обучающихся по направлению
«Металлургия»

Старый Оскол
ТНТ
2021

УДК 665.6/.7
ББК 35.514
Т 415

Авторы:

**А. С. Тимофеева, Т. В. Никитченко, Е. С. Тимофеев,
В. В. Федина**

Рецензенты:

**доктор технических наук, доцент А. А. Кожухов
кандидат технических наук, доцент А. А. Шевченко**

Т 415 **Физико-химические основы реформинга газов : учебное
пособие / А. С. Тимофеева [и др.]. — Старый Оскол : ТНТ,
2021. — 156 с. : ил.**

ISBN 978-5-94178-633-6

Составлено в соответствии с утвержденной программой дисциплины «Физико-химические основы реформинга газов» для магистратуры по направлению «Металлургия». В учебном пособии представлена кратко теоретическая часть по реформингу газа, необходимая для решения задач и семинарских занятий, примеры решения задач по всем темам дисциплины и задачи для самостоятельного решения.

УДК 665.6/.7
ББК 35.514

ISBN 978-5-94178-633-6

© Тимофеева А. С., Никитченко Т. В.,
Тимофеев Е. С., Федина В. В., 2021
© Оформление. ООО «ТНТ», 2021

Оглавление

Введение	5
Глава 1. ПРОИЗВОДСТВО МЕТАЛЛИЗОВАННОГО ПРОДУКТА	7
1.1. Процесс НУЛ-III	7
1.2. Паровой реформинг в установке металлизации НУЛ-III	18
1.2.1. Система охлаждения реформированного газа с утилизацией тепла.....	21
1.2.2. Требования к газовым средам, поступающим в реформер.....	22
1.2.3. Основные требования к реформированному газу	24
1.2.4. Система пара	26
1.2.5. Технические характеристики реформера процесса НУЛ-III	27
1.3. Процесс MIDREX	28
1.3.1. Особенности конструкции и работа реформера в процессе MIDREX	30
1.3.2. Реформер процесса MIDREX	37
1.4. Катализаторы реформера.....	45
<i>Контрольные вопросы.....</i>	<i>56</i>
Глава 2. ОСНОВНЫЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В РЕФОРМИНГЕ ГАЗОВ	59
2.1. Основные положения химической термодинамики.....	59
2.2. Тепловые эффекты химических реакций	63
2.3. Уравнения Кирхгофа	69
2.4. Изобарный и химический потенциалы	72
2.5. Константа химического равновесия и уравнение изотермы химической реакции	74

2.6. Стандартное изменение изобарного потенциала	75
2.7. Смещение равновесия и правила фаз	77
2.8. Направление процесса и константа равновесия.....	78
2.9. Нормальное сродство	79
2.10. Равновесный состав газа и направление протекания процесса	81
2.11. Примеры решения задач.....	83
2.12. Задачи для самостоятельного решения	88
<i>Контрольные вопросы</i>	89

Глава 3. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЦЕССА

РЕФОРМИНГА	91
3.1. Способы реформирования природного газа.....	91
3.2. Обобщённая схема реформирования природного газа	93
3.3. Подготовка природного газа к реформингу	94
3.4. Факторы, влияющие на реакции реформинга	95
3.5. Коэффициент безопасности и активности катализатора	116
3.6. Вероятность осаждения углерода на катализаторе	119
3.7. Примеры решения задач.....	121
<i>Контрольные вопросы</i>	141
Приложения	143
Библиографический список	155