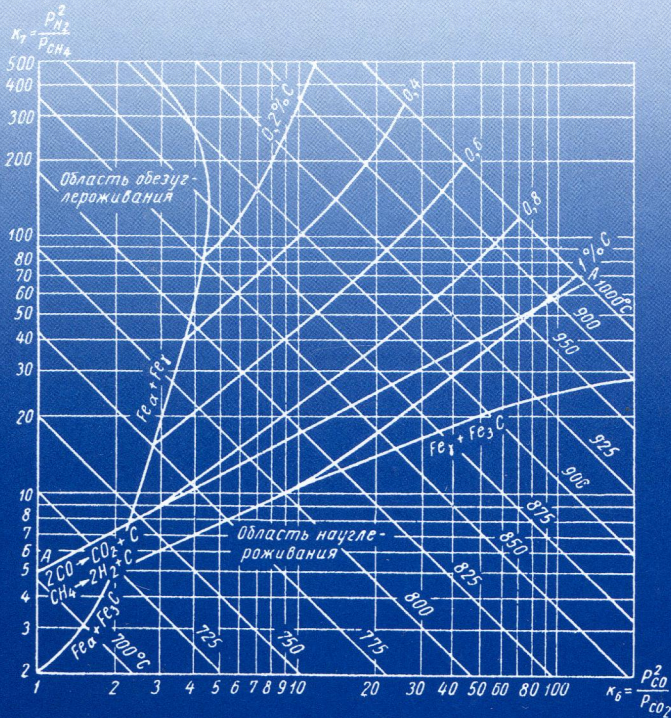


Н. П. ЖУК

# КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

РАСЧЕТЫ



Альянс

Н. П. ЖУК  
канд. хим. наук

# КОРРОЗИЯ И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ

## РАСЧЕТЫ

Москва  
Альянс  
2015

ББК 621.792  
Ж 85

Рецензент канд. техн. наук П. А. Акользин

**Жук Н. П.**

Коррозия и защита металлов: расчеты. Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1957 г. – М.: Альянс, 2015. – 332 с.

ISBN 978-5-91872-074-5

В книге изложены основные аналитические и графические методы коррозионных расчетов. Расчеты охватывают наиболее существенные разделы учения о коррозии и защите металлов и связаны главным образом с кинетикой коррозионных процессов. Приведены необходимые для расчетов справочные данные.

Книга предназначена для широкого круга научных и инженерно-технических работников, работающих в области коррозии и защиты металлов.

ББК 621.792

Николай Платонович Жук

**КОРРОЗИЯ  
И ЗАЩИТА МЕТАЛЛОВ.  
РАСЧЕТЫ**

ООО «Издательство Альянс»  
125319, Москва, ул. Черняховского, д. 16  
Тел./факс (495) 221-21-95  
izdat@aliantsbooks.ru  
www.aliantsbooks.ru

Подписано в печать 09.10.2014. Формат 60x90/16. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 20,75. Тираж 200 экз. Заказ № К-1773.

Отпечатано в ГУП «ИПК «Чувашия».  
428019, г. Чебоксары, пр. И. Яковлева, 13.

ISBN 978-5-91872-074-5



9 785918 720745 >

© Н. П. Жук, 1957  
ISBN 978-5-91872-074-5 © Оформление. Издательство Альянс, 2015

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие . . . . .	3
<b>Глава I. Химическая коррозия . . . . .</b>	<b>5</b>
1. Термодинамическая возможность химической коррозии . . . . .	5
2. Условие сплошности пленок . . . . .	17
3. Скорость химической коррозии . . . . .	19
4. Законы роста пленок на металлах . . . . .	24
5. Постоянная скорости окисления металлов . . . . .	40
6. Влияние температуры . . . . .	41
7. Расчет коррозионного разрушения . . . . .	61
<b>Глава II. Защита от газовой коррозии . . . . .</b>	<b>64</b>
1. Жаростойкое легирование . . . . .	64
2. Защитные покрытия . . . . .	69
3. Защитные атмосферы . . . . .	75
<b>Глава III. Электрохимическая коррозия . . . . .</b>	<b>79</b>
1. Обратимые электродные потенциалы . . . . .	80
1) Потенциалы металлов . . . . .	80
2) Водородный электрод . . . . .	82
3) Электроды второго рода (каломельный электрод) . . . . .	83
4) Кислородный электрод . . . . .	84
5) Потенциалы катодных реакций . . . . .	85
2. Необратимые электродные потенциалы . . . . .	91
3. Термодинамическая возможность электрохимической коррозии . . . . .	96
1) Коррозия с кислородной и водородной деполяризацией . . . . .	97
2) Термодинамические постоянные труднорастворимых в воде электролитов . . . . .	98
4. Поляризация . . . . .	105
1) Катодная поляризация . . . . .	106
а) Водородная деполяризация . . . . .	108
б) Кислородная деполяризация . . . . .	109
2) Анодная поляризация . . . . .	112
3) Установление типа поляризации . . . . .	113
5. Скорость электрохимической коррозии . . . . .	121
1) Показатели коррозии . . . . .	121
2) Изменение скорости коррозии во времени . . . . .	125
3) Влияние температуры . . . . .	125
6. Аналитический расчет коррозионного процесса . . . . .	134
1) Особенности коррозии с кислородной деполяризацией . . . . .	136
2) Контролирующий (ограничивающий) фактор коррозии . . . . .	139
7. Графический расчет коррозионного процесса . . . . .	144
1) Расчет скорости коррозии . . . . .	145
2) Контролирующий (ограничивающий) фактор коррозии . . . . .	146
3) Сопrotivления стадий ионизации и диффузии кислорода при коррозионном процессе . . . . .	146
4) Определение степени контроля катодного процесса . . . . .	148
5) Определение скорости коррозии и соотношения катодной и анодной фаз . . . . .	148

8. Расчет многоэлектродных коррозионных элементов . . . . .	155
1) Расчет разностного эффекта . . . . .	158
2) Идеальные и реальные кривые поляризации . . . . .	159
3) Определение тока саморастворения . . . . .	160
4) Расчет межкристаллитной коррозии сплавов . . . . .	161
<b>Глава IV. Защита от электрохимической коррозии . . . . .</b>	<b>169</b>
1. Легирование . . . . .	169
1) Границы устойчивости твердых растворов . . . . .	170
2) Облегчение наступления пассивности . . . . .	171
3) Сообщение сплаву особых свойств . . . . .	173
2. Обработка коррозионной среды . . . . .	178
1) Уменьшение содержания деполяризатора . . . . .	178
а) Термический способ . . . . .	178
б) Десорбционный способ . . . . .	180
в) Химическое обескислороживание . . . . .	186
г) Сталестружечный метод . . . . .	187
2) Введение замедлителей коррозии . . . . .	189
3. Защитные покрытия . . . . .	198
1) Гальванопокрытия . . . . .	198
2) Гальванотермические покрытия . . . . .	202
4. Электрохимическая защита . . . . .	205
1) Катодная защита внешним током (электрозащита) . . . . .	207
а) Защитный потенциал стали . . . . .	208
б) Максимальный потенциал . . . . .	210
в) Станция бесконечной длины . . . . .	211
г) Станция конечной длины . . . . .	212
д) Сопротивление трубы . . . . .	214
е) Сопротивление покрытия . . . . .	215
ж) Анодное заземление . . . . .	216
з) Сопротивление соединительных проводов . . . . .	220
и) Источник тока катодной защиты . . . . .	220
к) Защита нескольких сооружений . . . . .	220
л) Катодная защита заводской аппаратуры . . . . .	222
2) Катодная защита с помощью протекторов . . . . .	223
<b>Приложения</b>	
1. Периодическая система элементов Д. И. Менделеева . . . . .	245
2. Десятибалльная шкала коррозионной стойкости металлов . . . . .	246
3. Отрицательные весовые показатели коррозии для некоторых металлов и сплавов . . . . .	247
4. Термодинамические величины некоторых простых веществ и соединений . . . . .	248
5. Величины $M_n$ для вычисления термодинамических функций по методу Темкина и Шварцмана . . . . .	250
6. Постоянные А и В уравнения $\Delta Z_T^0 \approx A \Delta H_T^0 + B$ для реакций образования некоторых веществ . . . . .	251
7. Некоторые свойства элементов и их окислов . . . . .	252
8. Данные для расчета глубины коррозионного разрушения при окислении магния и его сплава . . . . .	262
9. Данные для расчета глубины коррозионного разрушения при окислении железа и стали . . . . .	263
10. Кривые равновесия различных газовых атмосфер с металлами . . . . .	264
11. Средние коэффициенты активности сильных электролитов в водных растворах при 25°С . . . . .	268
12. Константы диссоциации некоторых слабых электролитов в воде при 25°С . . . . .	277
13. Ионное произведение воды при различных температурах и $p = 1 \text{ атм.}$ . . . . .	278
14. Произведение растворимости труднорастворимых в воде электролитов при $p = 1 \text{ атм.}$ . . . . .	278
15. Подвижности ионов в воде при 25°С . . . . .	282

16. Стандартные электродные потенциалы металлов для электродных реакций при 25° С . . . . .	283
17. Обратимые потенциалы катодных реакций . . . . .	284
18. Э. д. с. и изменение изобарных потенциалов наиболее распространенных коррозионных реакций при 25° С и pH = 7 . . . . .	286
19. Стандартные изобарные потенциалы и энтропии труднорастворимых в воде электролитов . . . . .	287
20. Энергия активации вязкости воды . . . . .	291
21. Перенапряжение ионизации кислорода на различных электродах из раствора 0,5N NaCl + 0,005M Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 0,005 м NaHCO <sub>3</sub> (pH = 9,2) при t = 20° С . . . . .	291
22. Перенапряжение выделения водорода на различных электродах из раствора 0,5N NaCl + 0,005M Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> + 0,005M NaHCO <sub>3</sub> (pH = 9,2) при наличии параллельно протекающего процесса кислородной депларизации при i <sub>к</sub> = 3 мaл/см <sup>2</sup> и t = 20° С . . . . .	292
23. Значения постоянных a и b уравнения $\eta = a + b \lg i_k$ для реакции катодного выделения водорода на разных металлах при t = 20° С . . . . .	292
24. Потенциалы выделения водорода из 2N раствора H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> при t = 25° С на технических металлах . . . . .	293
25. Границы устойчивости некоторых твердых растворов . . . . .	294
26. Растворимость кислорода воздуха в воде . . . . .	294
27. Растворимость кислорода в воде . . . . .	295
28. Растворимость кислорода в водных растворах неорганических веществ . . . . .	295
29. Постоянная Генри для равновесия вода — кислород, объем грамма моля кислорода при 760 мм рт. ст. и постоянные k <sub>2</sub> и k для кислорода при различных температурах . . . . .	296
30. Коэффициент диффузии кислорода . . . . .	296
31. Некоторые данные по сульфитированию воды . . . . .	297
32. Значения минимальной защитной плотности тока . . . . .	298
33. Удельное электрическое сопротивление некоторых грунтов . . . . .	299
34. Характеристика битумных покрытий . . . . .	299
35. Характеристика состояния защитного покрытия и его электрического сопротивления . . . . .	299
36. Формулы для расчета сопротивления растеканию заземлителей (анодов) . . . . .	300
37. Коэффициент подсаливания анодного заземления . . . . .	304
38. Коэффициент промерзания анодного заземления . . . . .	304
39. Коэффициенты использования для вертикального ряда труб анодного заземления . . . . .	305
40. Коэффициенты использования для горизонтальной магистрали анодного заземления, состоящего из расположенных в ряд вертикальных трубчатых заземлителей, объединенных магистралью в земле . . . . .	306
41. Радиус действия цинкового протектора при защите железных поверхностей в растворах NaCl различных концентраций . . . . .	306
42. Некоторые данные о работе протекторов в синтетической морской воде . . . . .	307
43. Приблизительные данные о работе протекторов в почве . . . . .	309
44. Удельное электрическое сопротивление некоторых наполнителей для протекторов . . . . .	310
45. Расстояние между цинковыми протекторами при катодной защите подземных трубопроводов . . . . .	310
46. Размеры и вес протекторов, применяемых в катодной защите, и сила тока, даваемая ими в почве с наполнителями . . . . .	311
47. Основные приемы графического анализа опытных данных . . . . .	313
48. Значения $\frac{c}{c_0} = 1 - \Phi \left( \frac{y}{2\sqrt{t c_D \tau}} \right)$ для разных значений $\frac{y}{2\sqrt{k_D \tau}}$ . . . . .	317
49. Значения показательных и гиперболических функций . . . . .	318
50. Четырехзначные логарифмы . . . . .	321
Литература . . . . .	324