

Б. П. Никольский

**Справочник химика. Том 5. Сырье и
продукты промышленности неорганических
веществ. Процессы и аппараты. Коррозия**

Часть 1

УДК 030
ББК 92
Б11

Б. П. Никольский
Б11 Справочник химика. Том 5. Сырье и продукты промышленности неорганических веществ. Процессы и аппараты. Коррозия: Часть 1 / Б. П. Никольский – М.: Книга по Требованию, 2023. – 538 с.

ISBN 978-5-458-50908-4

Пятый том справочника содержит характеристику важнейших видов сырья и продуктов промышленности неорганических веществ, сведения по процессам и аппаратам химической технологии, а также по коррозионной стойкости конструкционных материалов и по прикладной электрохимии (химические источники тока, гальванотехника). Справочник предназначен для химиков всех специальностей — сотрудников научно-исследовательских институтов и лабораторий, инженерно-технических работников химической и других отраслей промышленности, преподавателей и учащихся вузов и техникумов.

ISBN 978-5-458-50908-4

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2023
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2023

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Требования к качеству минерального сырья	60
Химический состав важнейших видов сырья	67
Химический состав колчеданов	67
Химический состав гипсов и ангидритов	68
Химический состав отходов гипса (фосфогипса)	68
Химический состав фосфатов	70
Химический состав хибинских апатитов	72
Химический состав продуктов первичного обогащения фосфатов	72
Химический состав продуктов обогащения хибинских руд	72
Химический состав и некоторые свойства известняков	73
Химический состав мела	74
Химический состав доломитов	74
Химический состав кварцитов и кварца	74
Химический состав каолинов и глин	75
Химический состав хризотилового асбеста	76
Химический состав серных руд	76
Содержание сульфата бария в барите	76
Химический состав бокситов	77
Химический состав хромитовых руд	78
Химический состав хромшпинелидов некоторых уральских месторождений	78
Химический состав и плотность рапы некоторых озер	79
Состав поваренной соли, полученной из озерной рапы	80
Состав каменной соли	80
Химический состав выварочной соли	81
Химический состав калийных руд	81
Химический состав сильвинитовой руды	81
Свойства важнейших минералов, входящих в состав природного сырья	82
Характеристика важнейших продуктов промышленности неорганических веществ	130
Физические свойства некоторых технических материалов и продуктов	259
Плотность некоторых твердых материалов	259
Насыпная плотность некоторых твердых материалов	260
Насыпная плотность кристаллических веществ	260
Насыпная плотность удобрений	261
Угол естественного откоса удобрений	263
Угол естественного откоса некоторых материалов	263
Неорганические вяжущие материалы	264
Воздушные вяжущие материалы	264
Гипсовые известковые и магнезиальные вяжущие материалы	264
Классификация строительной воздушной извести	268
Основные технические требования к строительной воздушной извести	268
Гидравлические вяжущие материалы	270
Известь гидравлическая и романцемент	270
Портландцемент	270
Пуццолановые цементы	276
Шлаковые цементы	278
Глинноземистые цементы	280
Кислотоупорные и зубные цементы	282
Сырье и добавки	284
Основное сырье для производства вяжущих материалов	284
Активные минеральные добавки к вяжущим материалам	285
Огнеупорные изделия и материалы	286
Классификация огнеупорных изделий	286
Динасовые изделия и материалы	286
Шамотные и полукислые изделия и материалы	290
Высокоглиноземистые изделия и материалы	298

Магнезиальные и хромистые изделия и материалы	304
Прочие огнеупорные изделия и материалы	310
Перечень стандартов на методы испытаний и маркировку огнеупорных изделий и материалов	312
Химически стойкая керамика	313
Аппаратура техническая фарфоровая	313
Бараны фарфоровые для шаровых мельниц	313
Лодочки фарфоровые прямоугольные	314
Посуда лабораторная фарфоровая	314
Тигли лабораторные корундизовые	315
Плитки кислотоупорные и термокислотоупорные керамические	316
Насадочные керамические кольца	318
Керамические трубы	318
Керамическая химическая аппаратура	318
Кирпич кислотоупорный нормальный	319
Стекло	320
Важнейшие физико-химические свойства стекла	320
Пределы изменения физических свойств стекла	320
Химическая стойкость стекла	321
Вязкость стекла	323
Электрические свойства стекла	325
Механические свойства стекла	329
Промышленные стекла, их состав и свойства	330
Кварцевое стекло	330
Химико-лабораторное стекло	333
Электродное стекло (для стеклянных электродов)	335
Электровакuumное стекло	336
Оптическое стекло	339
Стекла для квантовых генераторов света (лазерные стекла)	341
Стеклокристаллические материалы (ситаллы)	341
Состав промышленных стекол различного назначения	342
Состав стекол, применяемых в атомной технике	342
Пористые стекла	343
Неорганические сорбенты	344
Процессы и аппараты химической технологии	
I. Прикладная гидравлика	354
Основные свойства жидкостей и газов	354
Движение жидкостей и газов	362
Гидравлические сопротивления	366
Истечение из отверстий и время опорожнения сосудов	402
Аномальные, или нееньютоновские, жидкости	411
Характеристика нееньютоновских жидкостей	412
Течение нееньютоновских жидкостей в круглых трубах	413
II. Машины для перемещения жидкостей и газов	415
Насосы	415
Вентиляторы	419
Компрессоры	422
III. Гидродинамика зернистых материалов	426
Осаждение под влиянием силы тяжести	426
Свободное осаждение одиночной шарообразной твердой частицы	426
Свободное осаждение одиночной иешарообразной твердой частицы	431
Степненное осаждение твердых частиц	432
Осаждение под влиянием центробежной силы	433
Течение газа, пара или жидкости через слой зернистого материала	434
Неподвижный плотный слой	434
Движущийся плотный слой	440
Псевдооживленный слой	442

Пневматический транспорт	451
Пневматический транспорт по вертикальным трубам	451
Методика расчета установок пневматического транспорта	454
IV. Разделение газовых неоднородных систем	467
Очистка газов в пылесадительных камерах	467
Фильтрация газов	467
Очистка газов в циклонах	468
Одиночные циклоны ЦН	468
Батарейные циклоны БЦ	474
Коэффициент очистки циклонов ЦН	477
Коэффициент очистки батарейных циклонов БЦ	481
Гидравлическое сопротивление циклонов	483
Порядок расчета циклонов	483
Очистка газов в пенных аппаратах	487
Расчет пенных аппаратов	491
Эффективность пенных аппаратов	493
Гидравлическое сопротивление пенных аппаратов	495
Очистка газов в электрическом поле	495
V. Разделение жидких неоднородных систем	497
Характеристика жидких неоднородных систем	497
Отстаивание	498
Фильтрование жидкостей	500
Методы расчета процесса фильтрования при постоянной разности давлений	500
Основные параметры процесса фильтрования	504
Фильтровальные перегородки	505
Типовые конструкции фильтров	506
Гидроциклоны	513
Центрифугирование	514
Расчет центрифуг	517
Типовые конструкции центрифуг	520
VI. Перемешивание в жидкой среде	525
Основные типы перемешивающих устройств	525
Эффективность и интенсивность перемешивания	525
Критерии подобия при перемешивании	532
Выбор угловых скоростей перемешивающих устройств	534
Получение суспензий (взвесей)	534
Эмульгирование	534
Гомогенизация легкоподвижных жидкостей	535
Поглощение газа жидкостью	535
Расчет глубины воронки	536
Расчет мощности, расходуемой перемешивающими устройствами	536
VII. Теплообмен и теплопередача	539
Непрерывный установившийся процесс теплообмена	539
Основные расчетные формулы	539
Коэффициент теплопроводности	542
Средняя разность температур	545
Средние температуры теплоносителей	552
Периодический процесс нагревания и охлаждения	554
Критерии подобия при коинвективной теплоотдаче	555
Теплоотдача при вынужденном продольном течении	557
Турбулентный режим	557
Переходный режим	561
Ламинарный режим	561
Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании потока пучка гладких труб	562
Теплоотдача при вынужденном поперечном обтекании пучка труб с ребрами	563

Теплоотдача при продольном течении потока вдоль плоской стенки	564
Теплоотдача при перемешивании жидкостей мешалками	565
Теплоотдача при свободном стекании жидкости по стенке под влиянием силы тяжести	565
Теплоотдача при свободном движении в неограниченном пространстве	567
Расчет коэффициента теплоотдачи без учета направления теплового потока	567
Расчет коэффициента теплоотдачи с учетом направления теплового потока	571
Теплоотдача при свободном движении в ограниченном пространстве	573
Теплоотдача при кипении жидкостей	574
Режимы кипения	574
Расчетные формулы для пузырькового режима кипения	575
Теплоотдача при искусственной циркуляции растворов в выпарных аппаратах	578
Теплоотдача при конденсации чистого сухого насыщенного пара	578
Конденсация чистого насыщенного пара на вертикальных поверхностях	579
Конденсация чистого пара на наружной поверхности горизонтальных труб	583
Конденсация чистого пара на наружной поверхности пучка горизонтальных труб	584
Конденсация чистого пара внутри горизонтальных труб и змеевиков	585
Теплоотдача при конденсации пара в присутствии воздуха или других газов	586
Теплоотдача при конденсации чистого перегретого пара	587
Теплообмен при непосредственном соприкосновении жидкости и газа	587
Теплообмен при непосредственном соприкосновении газа и твердого зернистого материала	588
Теплообмен частиц в плотном слое	588
Теплообмен частиц во взвешенном слое	589
Теплообмен частиц в псевдооживленном слое	589
Теплообмен поверхностей с омывающим их псевдооживленным слоем зернистого материала	590
Теплообмен при непосредственном соприкосновении в пенных аппаратах	592
Теплообмен при тепловом излучении	593
Лучистый теплообмен между телами	596
Излучение между газом и поверхностью тела	596
Сложный теплообмен (совместное действие конвекции и лучеиспуска-	
ния)	601
Потери тепла в окружающую среду и термоизоляция	603
Средние значения коэффициентов теплообмена	607
Теплообменные аппараты	609
Рекуперативные теплообменники	609
Регенеративные теплообменники	611
Смесительные теплообменники	613
VIII. Выпаривание	614
Материальный и тепловой баланс процесса выпаривания	614
Расчет поверхности нагрева выпарного аппарата	617
Определение температурной депрессии	618
Определение гидростатической депрессии	621
Определение гидравлической депрессии	622
Размеры парового пространства над раствором в выпарных аппаратах	623
Диаметр трубопроводов в выпарных установках	625
Основные типовые конструкции выпарных аппаратов	625
Выпарные аппараты с естественной циркуляцией	625
Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией	629
Пленочные выпарные аппараты	629
Данные для выбора выпарных аппаратов	629

Создание вакуума в выпарных установках	632
Противоточные барометрические конденсаторы	632
Барометрические трубы	633
Многокорпусные выпарные установки	636
IX. Сушка	639
Обозначения состава влажного воздуха и влажного материала	639
Свойства влажного воздуха	640
Диаграмма $I-\bar{Y}$ для влажного воздуха	640
Теплосодержание влажного воздуха	641
Влагосодержание влажного воздуха	642
Объем влажного воздуха	642
Относительная влажность воздуха	643
Материальный баланс процесса сушки	645
Тепловой баланс процесса сушки	646
Продолжительность процесса сушки	647
Порядок расчета сушилок	648
Принципиальные схемы процесса воздушной сушки	649
Выбор типа сушилки	653
X. Абсорбция, ректификация, перегонка	655
Составы фаз двухкомпонентных систем	655
Коэффициенты диффузии	658
Диффузия в газовой фазе	658
Диффузия в жидкой фазе	660
Основные закономерности процесса абсорбции	664
Состав фаз	664
Равновесие между фазами	664
Материальный баланс процесса абсорбции	665
Оптимальное орошение абсорбционной колонны	666
Основные закономерности процесса ректификации	668
Состав фаз	668
Равновесие между фазами	663
Материальный баланс процесса ректификации	669
Оптимальное число флегмы	669
Тепловой баланс процесса ректификации	670
Методы расчета процессов абсорбции и ректификации	671
Первый метод расчета	671
Второй метод расчета	679
Третий метод расчета	680
Рекомендуемые аппараты для процессов ректификации и абсорбции	681
Насадочные колонны	681
Тарельчатые колонны	690
Перегонка	709
Простая перегонка	709
Перегонка в точке водяного пара	712
XI. Адсорбция	714
Обозначения состава фаз	714
Адсорбенты	714
Активированные угли	715
Силикагель	716
Цеолиты (молекулярные сита)	716
Статическая и динамическая активность адсорбентов	716
Равновесие между фазами	717
Уравнение изотермы адсорбции Лэнгмюра	717
Уравнение изотермы адсорбции Дубинина	718
Теплота адсорбции	723
Кинетика адсорбции	723
Расчет адсорберов	724

Адсорберы периодического действия с неподвижным слоем адсорбента	724
Адсорберы периодического действия с кипящим слоем адсорбента	730
Адсорберы непрерывного действия с движущимся слоем зернистого адсорбента	731
Адсорберы непрерывного действия с циркулирующим кипящим слоем адсорбента	732
Расчет процесса десорбции с циркулирующим кипящим слоем адсорбента	735
VI. Экстрагирование жидкостей	737
Обозначения и термины	737
Методы экстрагирования	740
Основные диаграммы и кривые равновесия	740
Треугольная диаграмма	740
Прямоугольные диаграммы $\bar{Z}-\bar{X}$, \bar{Y} и $\bar{Y}-\bar{X}$	744
Прямоугольная диаграмма $y'-x'$	745
Ступенчатое экстрагирование	747
Одноступенчатое экстрагирование	747
Экстрагирование в перекрестном токе	752
Многоступенчатое противоточное экстрагирование	753
Дифференциально-контактное экстрагирование	771
Методы расчета процесса экстракции	772
Основные типы экстракторов	772
Дифференциально-контактные экстракторы	772
Ступенчатые экстракционные аппараты	775
Области применения экстракторов различных типов	776
VII. Умеренный холод	777
Схемы холодильных установок	777
Одноступенчатая аммиачная холодильная установка	777
Одноступенчатая фреоновая холодильная установка	777
Сравнительные (стандартные) температуры	780
Выбор параметров цикла	780
Выбор компрессора	782
Подбор компрессора по графическим характеристикам	782
Подбор компрессора по холодопроизводительности при стандартных температурах	785
Мощность компрессора	788
Теоретическая мощность, затрачиваемая компрессором холодильной установки	788
Действительная мощность, затрачиваемая компрессором холодильной установки	789
Расчет испарителя	793
Расчет конденсатора	794
Агрегаты холодильных машин	796
Холодильные агенты для компрессионных холодильных установок	796
Литература	797

Коррозия

Коррозионная стойкость важнейших конструкционных материалов	805
Коррозия при контактах между металлами и сплавами	860
Важнейшие ингибиторы коррозии	862

Химические источники тока. Гальванотехника

Химические источники тока	865
Формулы определения важнейших характеристик химических источников тока	865

Гальванические элементы и батареи	868
Сухие элементы	869
Марганцево-цинковые элементы	870
Воздушно(кислородно)-цинковые элементы	877
Воздушно(кислородно)-марганцево-цинковые элементы	877
Марганцево-магниевые элементы	877
Оксиортутные элементы	877
Наливные (резервные) элементы	879
Свинцово-цинковые элементы	880
Свинцово-кадмиевые элементы	880
Свинцовые элементы с хлорной кислотой	880
Серебряно-цинковые элементы	881
Хлорсеребряно-магниевые элементы	881
Хлористомедно-магниевые элементы	881
Медноокисные элементы	883
Аккумуляторы и аккумуляторные батареи	884
Свинцово-кислотные аккумуляторы и аккумуляторные батареи	885
Стационарные аккумуляторы	885
Стартерные автомобильные батареи	887
Авиационные батареи	888
Радиоанодные и радионакальные батареи	892
Железнодорожные батареи	892
Мотоциклетные и мотороллерные батареи	893
Свинцово-кислотные аккумуляторы и батареи иностранных фирм	893
Основные неисправности свинцово-кислотных аккумуляторов	898
Щелочные аккумуляторы и аккумуляторные батареи	900
Негерметичные аккумуляторы и батареи	903
Герметичные аккумуляторы и батареи	905
Щелочные аккумуляторы и батареи иностранных фирм	906
Основные неисправности щелочных аккумуляторов	908
Серебряно-цинковые аккумуляторы и аккумуляторные батареи	909
Гальванотехника	913
Классификация условий эксплуатации изделий с гальваническим покрытием	913
Назначение, характеристика и область применения покрытий	914
Характеристика покрытий для изделий, поставляемых в страны с тропическим климатом	934
Основные операции при нанесении гальванических покрытий	936
Пасты для шлифования и полирования при механической обработке основ и гальванических покрытий	937
Состав растворов и режимы при электрохимическом полировании металлов	938
Состав растворов и режимы при химическом полировании металлов	940
Состав растворов и режимы при обезжиривании металлов	942
Состав растворов и режимы при химическом и электрохимическом травлении черных металлов	942
Составы растворов и режимы при химическом травлении цветных металлов	943
Составы растворов и режимы при химическом декапировании	943
Состав электролитов и режимы при электролитическом осаждении металлов и сплавов	944
Состав растворов и режимы при получении оксидных и фосфатных пленок на металлах химическим методом	960
Состав растворов и режимы при получении оксидных пленок на металлах электрохимическим методом	961
Электрохимические эквиваленты элементов	962
Предметный указатель	963

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ ОСТАЛЬНЫХ ТОМОВ «СПРАВОЧНИКА ХИМИКА»

ТОМ I

Общие сведения

Атомные веса и распространенность элементов
Универсальные физические константы
Единицы измерения физических величин
Соотношения между единицами измерения величин
Измерение температуры и давления
Математические таблицы и формулы
Важнейшие химические справочники и периодические издания

Строение вещества и структура кристаллов

Строение вещества
Структура кристаллических тел

Физические свойства важнейших веществ

Плотность и сжимаемость жидкостей и газов
Термическое расширение твердых тел, жидкостей и газов
Равновесные температуры и давления (гетерогенные равновесия)
Критические величины и константы Ван-дер-Ваальса
Энергетические свойства важнейших веществ
Теплопроводность
Электропроводность и числа переноса
Диэлектрическая проницаемость
Дипольные моменты
Вязкость
Поверхностное натяжение
Показатели преломления химических соединений

Краткие сведения по лабораторной технике

Предметный указатель

ТОМ II

Свойства неорганических соединений

Основы классификации и номенклатура органических соединений

Свойства органических соединений

ТОМ III

Гомогенное химическое равновесие

Химическое равновесие в газовой фазе

Химическое равновесие в жидкой фазе

Гетерогенное химическое равновесие (растворимость, температуры замерзания и кипения растворов, давление пара и состав равновесных фаз, давление диссоциации)

Равновесие жидкость — твердое
Равновесие газ — жидкость
Равновесие твердое — газ
Равновесие жидкость — жидкость
Криоскопические и эбуллиоскопические константы
Свойства гомогенных жидких растворов
Плотность растворов
Коэффициенты активности
Энергетические свойства растворов
Теплопроводность растворов
Электропроводность растворов и числа переноса
Вязкость растворов
Поверхностное натяжение растворов
Показатели преломления растворов
Электродные процессы
Электродные процессы в растворах
Электродные процессы в расплавах
Химическая кинетика и диффузия
Кинетика химических реакций
Диффузия
Реакционная способность органических соединений
Предметный указатель

ТОМ IV

Аналитическая химия
Методы разделения и качественного анализа
Методы весового и объемного определения элементов
Колориметрические и спектрофотометрические методы определения
Электрохимические методы анализа
Магнитные и ядерные методы анализа
Газовый анализ
Идентификация органических соединений по температурам плавления их производных
Спектральный анализ
Атомный эмиссионный и абсорбционный спектральный анализ
Спектры поглощения
Показатели преломления и оптическая активность
Указатель методов анализа и разделения элементов

ТОМ VI

Характеристика сырья и продуктов производства органической технологии
Техника безопасности и промышленная санитария

В СОСТАВЛЕНИИ ПЯТОГО ТОМА ПРИНИМАЛИ УЧАСТИЕ:

Канд. техн. наук Г. В. Бельченко

Канд. хим. наук П. М. Вячеславов

Канд. техн. наук М. А. Дасоян

· Научный сотрудник В. С. Зотиков

Канд. техн. наук Л. В. Козловский

Докт. техн. наук Б. А. Копылев

Канд. техн. наук С. Д. Палий

Канд. хим. наук Г. Т. Петровский

Канд. хим. наук В. А. Рабинович

Чл.-корр. АН СССР П. Г. Романков

Канд. техн. наук П. Ф. Румянцев

Докт. техн. наук Э. Я. Тарат

Докт. техн. наук А. Д. Федосеев

Канд. хим. наук Д. А. Фридрихсберг

Канд. техн. наук П. А. Яблонский