



# ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ

---

**ТОМ** ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ  
**4** ЦВЕТНЫХ МЕТАЛЛОВ  
И СПЛАВОВ



# **ВЫБОР И ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛОВ**

---

*Допущено Учебно-методическим объединением  
Республики Беларусь по образованию  
в области металлургического оборудования  
и технологий в качестве учебного пособия  
для студентов учреждений высшего образования  
по техническим специальностям*

***В пяти томах***

*Под редакцией заслуженного деятеля науки  
Республики Беларусь, доктора технических наук,  
профессора Н. А. Свидуневича*

## **Том 4. Выбор и применение цветных металлов и сплавов**

**Выбор и применение материалов** : учебное пособие. В 5 т. Т. 4. Выбор и применение цветных металлов и сплавов / С. А. Свидунович [и др.] ; под ред. С. А. Свидуновича. — Минск : Беларуская навука, 2020. — 615, [1] с. : ил. — Библиогр. : с. 612—613.

УДК 669.2/.8.018.29(075.8)

ББК 34

**Абонемент №1 — 4 экз.**

**Чит. зал №1 — 1 экз.**

В учебном пособии приведены систематизированные данные как о традиционных, так и современных группах цветных металлов и сплавов. Подробно изложены сведения о составе, структуре, свойствах и области применения сплавов на основе алюминия, меди, магния, никеля, титана, тугоплавких, легкоплавких, благородных и радиоактивных металлов. Представлены теории и технологии их получения, а также особенности упрочняющей обработки основных групп цветных сплавов. Особо рассмотрены перспективные и во многом определяющие в настоящее время технический прогресс материалы, например бериллий и его сплавы.

Адресуется студентам и аспирантам различных специальностей технических вузов, а также широкому кругу инженерно-технических работников машиностроительных, металлургических и других отраслей промышленности.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	6
<b>Введение</b> .....	8
Алюминий.....	8
Медь.....	17
Магний.....	20
Титан.....	25
Никель.....	30
Кобальт.....	36
Бериллий.....	42
Серебро.....	48
Платина.....	52
Золото.....	60
<b>Глава 1. Особенности металлургии цветных металлов</b> .....	65
1.1. Тяжелые металлы.....	65
1.2. Легкие металлы.....	69
1.3. Благородные металлы.....	74
1.4. Малые металлы.....	77
1.5. Металлургия редких металлов.....	81
<b>Глава 2. Алюминий и его сплавы</b> .....	91
2.1. Общая характеристика и применение алюминия и его сплавов.....	91
2.2. Легирующие элементы в алюминиевых сплавах.....	114
2.3. Особенности структуры и свойств слитков и отливок.....	131
2.4. Структура и свойства деформированных полуфабрикатов.....	147
2.5. Промышленные литейные алюминиевые сплавы.....	163
2.6. Деформируемые алюминиевые сплавы.....	171
<b>Глава 3. Медь и ее сплавы</b> .....	181
3.1. Общая характеристика меди и ее сплавов.....	181
3.2. Сортамент и влияние примесей на свойства меди.....	208

3.3. Латунь .....	214
3.4. Бронзы .....	220
3.5. Медно-никелевые сплавы .....	226
3.6. Теплопроводные и жаропрочные сплавы меди .....	229
<b>Глава 4. Магний и его сплавы</b> .....	<b>237</b>
4.1. Общая характеристика и применение магниевых сплавов .....	237
4.2. Влияние легирующих элементов на структуру и свойства магниевых сплавов .....	252
4.3. Термическая обработка магниевых сплавов .....	261
4.4. Литейные магниевые сплавы .....	266
4.5. Деформируемые магниевые сплавы .....	274
<b>Глава 5. Титан и его сплавы</b> .....	<b>282</b>
5.1. Общая характеристика титана и его сплавов .....	282
5.2. Легирующие элементы в сплавах на основе титана .....	303
5.3. Структура титановых сплавов .....	313
5.4. Термическая обработка титановых сплавов .....	329
5.5. Промышленные титановые сплавы .....	335
5.5.1. Деформируемые $\alpha$ - и псевдо- $\alpha$ -сплавы .....	336
5.5.2. Деформируемые ( $\alpha + \beta$ )-сплавы .....	340
5.5.3. Деформируемые псевдо- $\beta$ -сплавы и $\beta$ -сплавы .....	344
5.5.4. Литейные титановые сплавы .....	347
<b>Глава 6. Никель и никелевые сплавы</b> .....	<b>348</b>
6.1. Свойства никеля, классификация и применение никелевых сплавов .....	348
6.2. Сплавы на основе никеля и кобальта .....	366
6.3. Сплавы на никелевой основе .....	370
6.4. Жаропрочные никелевые сплавы .....	375
6.5. Особенности технологии производства жаропрочных никелевых сплавов .....	391
<b>Глава 7. Тугоплавкие металлы и сплавы на их основе</b> .....	<b>398</b>
7.1. Характеристики тугоплавких металлов .....	398
7.2. Состав, структура, свойства тугоплавких материалов .....	417
7.3. Промышленные сплавы тугоплавких металлов .....	443
7.3.1. Вольфрам и его сплавы .....	443
7.3.2. Молибден и его сплавы .....	448
7.3.3. Ниобиевые сплавы .....	452
7.3.4. Тантал и его сплавы .....	454

---

<b>Глава 8. Бериллий и его сплавы</b> .....	457
8.1. Характеристика бериллия и его сплавов .....	457
8.2. Основные типы сплавов на основе бериллия .....	468
8.3. Свойства бериллия .....	474
8.4. Сплавы систем Al–Be и Al–Be–Mg .....	485
<b>Глава 9. Легкоплавкие металлы и их сплавы</b> .....	494
9.1. Свинец, олово и их сплавы .....	500
<b>Глава 10. Благородные металлы и материалы на их основе</b> .....	514
10.1. Классификация благородных металлов .....	514
10.2. Золото и сплавы на его основе .....	526
10.3. Серебро и его сплавы .....	543
10.4. Платина и ее сплавы .....	550
<b>Глава 11. Радиоактивные материалы</b> .....	554
11.1. Радиационное материаловедение и реакторные материалы.....	554
11.2. Радиоактивные металлы .....	574
11.3. Уран и его сплавы.....	586
11.4. Плутоний и его сплавы.....	601
11.5. Торий и его сплавы.....	608
<b>Список использованных источников</b> .....	612
<b>Приложение. Цветные металлы и сплавы. Государственные стандарты</b> .....	614