

661.1  
С 71

# СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ПРОЦЕССЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Учебник



**Министерство образования и науки Украины  
Сумский государственный университет**

**СПЕЦИАЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ  
И ПРОЦЕССЫ НЕОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

**УЧЕБНИК**

Сумы  
Сумский государственный университет  
2015

УДК 66.073(075.8)

ББК 35.11я73

С71

Авторский коллектив:

*Л. Л. Гурец*, канд. техн. наук, доцент;  
*Л. Д. Пляцук*, д-р техн. наук, профессор;  
*В. Ф. Моисеев*, канд. техн. наук, профессор;  
*Е. В. Манойло*, канд. техн. наук, доцент;  
*И. В. Питак*, канд. техн. наук, доцент;  
*Л. И. Волошина*, канд. техн. наук, доцент;  
*Р. А. Васькин*, канд. техн. наук, доцент

Рецензенты:

*В. М. Атаманюк* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой химической инженерии Национального университета «Львовская политехника»;

*В. И. Склабинский* – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой процессов и оборудования химических и нефтеперерабатывающих производств Сумского государственного университета

*Рекомендовано к печати*

*редакционно-издательским советом НТУ «ХПИ»*

*(протокол № 2 от 12 декабря 2013 г.)*

**Специальное** оборудование и процессы неорганической химии :

С71 учебник / Л. Л. Гурец, Л. Д. Пляцук, В. Ф. Моисеев и др. – Сумы :

Сумский государственный университет, 2015. – 360 с.

ISBN 978-966-657-546-6

В учебнике рассмотрены материалы технологии неорганических веществ производства кислот, щелочей, солей, окислов, выпускаемых химической промышленностью, продуктов металлургии: чугуна, стали, цветных металлов, а также цемента, огнеупоров, керамики, стекла и других строительных и конструкционных материалов, имеющих важное значение для народного хозяйства. Основательно продемонстрированы способы промышленного производства продуктов неорганического синтеза, приведены свойства веществ.

Учебник предназначен для студентов-механиков высших учебных заведений.

**УДК 66.073(075.8)**

**ББК 35.11я73**

© Гурец Л. Л., Пляцук Л. Д., Моисеев В. Ф.  
и др., 2015

ISBN 978-966-657-546-6

© Сумский государственный университет, 2015

## СОДЕРЖАНИЕ

	С.
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>6</b>
<b>ГЛАВА 1. МЕТАЛЛЫ</b> .....	<b>7</b>
1.1. Свойства и классификация металлов.....	7
1.2. Металлические руды.....	9
1.3. Металлургические процессы.....	12
1.4. Физико-химические основы восстановления металлов из руд.....	13
<b>ГЛАВА 2. ПРОИЗВОДСТВО АЛЮМИНИЯ</b> .....	<b>16</b>
2.1. Свойства и применение алюминия.....	16
2.2. Краткая история развития производства алюминия.....	17
2.3. Сырье для производства алюминия.....	18
2.4. Общая схема производства алюминия.....	19
2.5. Производство глинозема.....	20
2.6. Электролитическое производство алюминия.....	29
2.7. Очистка и рафинирование алюминия.....	33
2.8. Производство криолита и угольных изделий.....	35
<b>ГЛАВА 3. ЧЕРНЫЕ МЕТАЛЛЫ</b> .....	<b>38</b>
3.1. Свойства железа и его сплавов.....	38
3.2. Классификация черных металлов.....	39
3.3. Области применения черных металлов.....	40
3.4. Краткая история развития производства черных металлов.....	42
3.5. Железные руды.....	45
3.6. Общая схема производства черных металлов.....	46
<b>ГЛАВА 4. ПРОИЗВОДСТВО ЧУГУНА</b> .....	<b>48</b>
4.1. Сырье доменной плавки.....	48
4.2. Окускование рудной мелочи.....	50
4.3. Теоретические основы доменного процесса.....	54
4.4. Технологическая схема доменного производства.....	60
4.5. Продукты доменного производства.....	62
4.6. Интенсификация доменного процесса.....	63
<b>ГЛАВА 5. ПРОИЗВОДСТВО И ОБРАБОТКА СТАЛИ</b> .....	<b>65</b>
5.1. Сталелитейное производство.....	65
5.2. Выплавка стали в кислородном конвертере.....	66

5.3. Выплавка стали в электрических печах.....	75
5.4. Выплавка стали в мартеновских печах.....	79
5.5. Вторичная обработка стали.....	81
5.6. Разливка стали.....	85
5.7. Непрерывные сталеплавильные процессы.....	86
5.8. Прямое получение железа.....	88
<b>ГЛАВА 6. ПРОИЗВОДСТВО СЕРНОЙ КИСЛОТЫ.....</b>	<b>92</b>
6.1. Краткий исторический очерк производства.....	92
6.2. Свойства, применение и способы получения серной кислоты.....	93
6.3. Производство сернистого газа.....	98
6.4. Контактный способ производства серной кислоты.....	106
6.5. Производство серной кислоты го сероводорода.....	118
<b>ГЛАВА 7. СИНТЕЗ АММИАКА.....</b>	<b>123</b>
7.1. Методы фиксации атмосферного азота.....	123
7.2. Краткий исторический очерк производства.....	125
7.3. Производство азотоводородной смеси для синтеза аммиака.....	127
7.4. Очистка газов.....	131
7.5. Синтез аммиака.....	133
<b>ГЛАВА 8. ПРОИЗВОДСТВО АЗОТНОЙ КИСЛОТЫ.....</b>	<b>144</b>
8.1. Краткий исторический очерк производства.....	144
8.2. Свойства, сырье для производства и применение азотной кислоты.....	146
8.3. Физико-химические основы производства азотной кислоты.....	147
8.4. Производство разбавленной азотной кислоты.....	154
8.5. Перспективы развития азотнокислотного производства.....	160
<b>ГЛАВА 9. ПРОИЗВОДСТВО МИНЕРАЛЬНЫХ СОЛЕЙ, УДОБРЕНИЙ И ЩЕЛОЧЕЙ.....</b>	<b>162</b>
9.1. Применение минеральных солей и удобрений.....	162
9.2. Способы получения минеральных солей и развитие производства минеральных удобрений.....	163
9.3. Классификация минеральных удобрений.....	169
9.4. Фосфорные удобрения.....	173
9.5. Азотные удобрения.....	182
9.6. Калийные удобрения.....	197
9.7. Производство кальцинированной соды.....	204

9.8. Производство каустической соды.....	238
<b>ГЛАВА 10. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ ПРОИЗВОДСТВА.....</b>	<b>250</b>
10.1. Направления применения электрохимических процессов.....	250
10.2. Теоретические основы электролиза водных растворов и расплавленных сред.....	252
10.3. Электролиз воды.....	257
10.4. Электролиз водных растворов.....	262
10.5. Электролиз расплавов.....	267
10.6. Производство перекиси водорода.....	269
<b>ГЛАВА 11. ПРОДУКТЫ СИЛИКАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....</b>	<b>272</b>
11.1. Сырье, типовые процессы и применение изделий силикатной промышленности.....	272
11.2. Производство керамических материалов.....	274
11.3. Вяжущие вещества.....	280
11.4. Производство стекла.....	285
11.5. Производство ситаллов.....	289
11.6. Перспективы развития производства силикатных материалов.....	290
<b>ГЛАВА 12. ОСНОВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ.....</b>	<b>293</b>
12.1. Экологические проблемы химической технологии.....	293
12.2. Основные принципы создания безотходных производств.....	297
12.3. Сточные воды промышленных предприятий и методы их очистки.....	311
12.4. Очистка промышленных газовых выбросов.....	329
12.5. Утилизация твердых отходов.....	346
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>357</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>358</b>