

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА
СПОРТУ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«Харківський політехнічний інститут»

ТЕХНОЛОГІЯ ФОСФОРОВМІСНИХ ДОБРИВ, КИСЛОТ І СОЛЕЙ

*Підручник для студентів вищих навчальних закладів,
які навчаються за спеціальністю «Хімічна технологія
неорганічних речовин»*

**За редакцією д-ра техн. наук, проф. Л. Л.
Товажнянського**

*Затверджено
Міністерством освіти
і науки, молоді та
спорту України*

Харків
Видавництво «Підручник НТУ «ХПІ» 2011

**ББК 35.32я73 Т38
УДК 661.632 (075.8)**

Рецензенти:

*В. Т. Яворський, д-р техн. наук, проф., МГУ «Львівська
політехніка», м. Львів.*

М. Д. Волошин, д-р техн. наук, проф., Державний
технічний університет м. Дніпродзержинськ,
Г. С. Столяренко, д-р техн. наук, проф., Черкаський
державний технологічний університет

Автори:

*/ . М. Астрелін, Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, О. Я. ЛОБОЙКО, Г. І.
ГРИНЬ, М. В. КОШОВЕЦЬ, І. Г. ЗЕЗЕКАЛО*

*Гриф надано
Міністерством освіти
і науки, молоді та
спорту України,
лист № 1/11-3702 від 16.05.2011 р.*

Технологія фосфоровмісних добрив, кислот і солей :
підручник/ І. М. Астрелін, Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, О. Я.
ЛОБОЙКО [та ін.] ; за ред. Л. Л. ТОВАЖНЯНСЬКОГО. - Харків
: Вид-во «Підручник НТУ «ХП», 2011.-288 с.

ISBN 978-966-2426-18-2

У підручнику розглянуто фізико-хімічні основи, властивості та застосування фосфору і його сполук. Наведені технологічні процеси одержання елементарного фосфору, фосфорної кислоти і мінеральних добрив на їх основі.

Підручник призначений для студентів хіміко-технологічних вузів та факультетів. Він також може бути корисним викладачам вузів, аспірантам та інженерно-технічним працівникам науково-дослідних, проектних організацій та хімічних підприємств.

Лл. 84. Табл. 14. Бібліогр.: 37 назв.

ББК 35.32я 73 УДК 661.632 (075.8)

ЗМІСТ

Передмова.....	5
Вступ	8
Глава 1. Властивості фосфору та його сполук	17
1.1.Властивості фосфору.....	17
1.2.Оксиди фосфору.....	23
1.3.Кисневмісні кислоти фосфору.....	28
Глава 2. Застосування, класифікація і фосфатна сировина.....	35
2.1.Застосування фосфатів	35
2.2.Агрохімічне значення фосфоровмісних добрив	36
2.3.Класифікація добрив.....	43
2.4.Природна фосфатна сировина	47
2.5.Закордонні родовища фосфатної сировини.....	52
2.6.Ресурси фосфатної сировини в Україні	53
Глава 3. Кондиціювання, збагачення та використання низькоконцентрованих за P₂O₅ («бідних») природних фосфатів	62
3.1. Збагачення «бідних» фосфатів.....	63
3.1.1.Механічні та термічні методи збагачення	64
3.1.2.Хімічні методи збагачення природних фосфатів.....	76
Глава 4. Технологія елементарного фосфору і термічної фосфатної кислоти	80
4.1.Фізико-хімічні основи одержання елементарного фосфору.....	80
4.2.Технологія елементарного фосфору	83
4.3.Термічний спосіб одержання фосфатної кислоти.....	90
Глава 5. Сульфатокислотне розкладання природних фосфатів	94
5.1.Загальні фізико-хімічні засади.....	94
5.2.Виробництво екстракційної фосфатної кислоти.....	99
5.3.Концентрування екстракційної фосфатної кислоти.....	115
5.4.Виробництво суперфосфатів.....	118
5.5.Фізико-хімічні засади одержання простого суперфосфату.....	120

5.6. Гранульований і амонізований суперфосфати.....	133
5.7. Магнієвмісний суперфосфат.....	147
5.8. Гранфос.....	150
Глава 6. Подвійний суперфосфат.....	154
6.1. Фізико-хімічні засади одержання подвійного суперфосфату.....	154
6.2. Виробництво подвійного суперфосфату.....	158
Глава 7. Суперфос і преципітат.....	170
7.1. Фізико-хімічні властивості та застосування.....	171
7.2. Фізико-хімічні засади одержання преципітату.....	174
7.3. Виробництво преципітату.....	177
Глава 8. Дигідрофосфат кальцію і термічні фосфати.....	180
8.1. Термофосфати, топлєні фосфати, металургійні шлаки, метафосфати кальцію.....	181
8.2. Знефторєні фосфати.....	186
Глава 9. Складні фосфоровмісні добрива.....	192
9.1. Орто- метафосфати калію.....	192
9.2. Фосфати амонію, Фізико-хімічні властивості ортофосфатів амонію, застосування.....	194
9.3. Фізико-хімічні особливості одержання фосфатів амонію і амофосу.....	198
9.4. Технологічні засади одержання дигідроортофосфату і гідроортофосфату амонію.....	200
9.5. Виробництво амофосу.....	204
9.6. Гранульований діамофос.....	214
9.7. Амофосфат.....	215
9.8. Полі- і метафосфати амонію.....	216
9.8.1. Нітроамофосфати і карбоамофосфати.....	217
9.8.1.1. Загальні відомості.....	217
9.8.1.2. Способи виробництва нітроамонофосфатів і карбоамонофосфатів.....	219
9.8.2. Нітрофосфати.....	233
9.8.2.1. Фізико-хімічні засади розкладання природних фосфатів нітратною кислотою.....	234
9.8.2.2. Способи переробки нітратно-кислотної «вितяжки».....	241
9.8.2.2.1. Особливості карбонатного способу.....	247

9.8.2.2.2.Особливості сульфатних способів.....	249
9.8.2.2.3.Особливості фосфатнокислотного способу.....	256
9.8.2.2.4.Особливості одержання амофоски виморожуванням нітрату кальцію.....	257
Глава 10. Змішані і рідкі фосфоровмісні добрива.....	263
10.1.Загальні відомості.....	263
10.2.Антагонізм і синергізм добрив.....	266
10.3.Виробництво змішаних добрив.....	268
10.4.Алгоритм розрахунку складів тукоsumішей.....	269
10.5.Рідкі комплексні фосфоровмісні добрива.....	274
Питання для самоконтролю.....	280
Література.....	284