

615.45
738

М.В. Стасевич, А.О. Милянч, Л.С. Стрельников,
Т.В. Крутських, І.Р. Бучкевич, О.І. Зайцев, І.О. Гузьова,
О.П. Стрілець, Є.В. Гладух, В.П. Новіков

Технологічне обладнання фармацевтичної та біотехнологічної промисловості

підручник



Видавництво "Новий Світ – 2000"



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**М. В. Стасевич, А. О. Милянч, Л. С. Стрельников,
Т. В. Крутьських, І. Р. Бучкевич, О. І. Зайцев, І. О. Гузьова,
О. П. Стрілець, Є. В. Гладух, В. П. Новіков**

Технологічне обладнання фармацевтичної та біотехнологічної промисловості

Підручник для студентів вищих навчальних закладів
III-IV рівнів акредитації

Видавництво "Новий Світ-2000"

Львів

2018

УДК 615.451.13;615.451.16; 615.453.6; 573.6.086.83:66.098.663.1(075.8)
ББК 52.82Я73
Н С85

*Затверджено Науково-методичною радою Національного університету
«Львівська політехніка» як підручник для студентів напрямку підготовки
6.120201 «Фармація» і 6.051401 «Біотехнологія» та спеціальності
7(8). 12020103 «Технології фармацевтичних препаратів»*

Рецензенти:

- Р. Б. Лесик** доктор фармацевтичних наук, професор, в.о. завідувача кафедри фармацевтичної, органічної і біоорганічної хімії Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького
- В. М. Атаманюк** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри хімічної інженерії Національного університету «Львівська політехніка»
- О. В. Карпенко** доктор технічних наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу хімії і біотехнології горючих копалин Відділення фізико-хімії горючих копалин Інституту фізико-органічної хімії і вуглехімії Імені Л. М. Литвиненка НАН України

Н 832 **Технологічне обладнання біотехнологічної і фармацевтичної промисловості:** підручник [для вищ. навч. закл.] Стасевич М. В., Милянч А. О., Стрельников Л. С., Крутських Т. В., Бучкевич І. Р., Зайцев О. І., Гузьова І.О., Стрілець О. П., Гладух С. В., Новіков В. П. - Львів: «Новий Світ-2000», 2018. — 410 с

У підручнику авторами узагальнено і систематизовано великий матеріал щодо обладнання вітчизняного та закордонного виробництва, яке застосовується на фармацевтичних і біотехнологічних підприємствах, зокрема матеріалів для виготовлення апаратів, технологічних особливостей та конструктивних елементів апаратури, гідродинамічних процесів, процесів подрібнення, просіювання, переміщення, змішування, дозування, таблеткування, виробництва ін'єкційних лікарських засобів, а також сорбції, екстракції, перегонки, кристалізації, сушіння, випарювання. Представлено характеристику новітніх автоматизованих та напівавтоматизованих систем фармацевтичних і біотехнологічних процесів. Приведено технологічні розрахунки для вибору устаткування.

Для студентів вищих навчальних закладів III—IV рівнів акредитації фармацевтичних та біотехнологічних спеціальностей. Може бути корисним для студентів хімічних спеціальностей, а також технічного персоналу фармацевтичної та біотехнологічної промисловості.

ISBN 978-966-418-288-8

© Стасевич М. В., Милянч А.О., Стрельников Л. С.,
Крутських Т. В, Бучкевич І. Р., Зайцев О. І., Гузьова . І. О.,
Стрілець О. П., Гладух С. В., Новіков В. П., 2018
© «Новий Світ - 2000», ФОП Піча С. В., 2018

ВСТУП	3
Розділ 1. ОСОБЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ ТА АПАРАТІВ ФАРМАЦЕВТИЧНОГО ТА БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА	9
Особливості процесів та апаратів фармацевтичної промисловості.....	9
Особливості процесів та апаратів біотехнологічних виробництв.....	11
Основні вимоги до обладнання.....	11
Класифікація основних процесів у фармацевтичній та біотехнологічній промисловості.....	13
Розділ 2. МАТЕРІАЛИ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ФАРМАЦЕВТИЧНОЇ ТА БІОТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ	17
Вуглецеві сталі і чавуни.....	17
Леговані сталі і сплави, біметали.....	18
Кольорові метали і сплави.....	20
Неметалічні матеріали.....	23
Матеріали неорганічного походження.....	24
Матеріали органічного походження.....	24
Захисні покриття.....	27
Плівкові покриття.....	27
Листові покриття.....	29
Футерування.....	29
Розділ 3. ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ ТА ПРОДУКТІВ	30
Розділ 4. ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА КОНСТРУКТИВНІ ЕЛЕМЕНТИ АПАРАТУРИ	34
Стандартизація обладнання та чинники, які впливають на вибір типового обладнання.....	34
Конструктивні елементи промислової апаратури.....	36
Особливості будови апаратів для біотехнологічних виробництв.....	51
Особливості трубопровідних систем фармацевтичних та біотехнологічних виробництв.....	71
Розділ 5. ГІДРОДИНАМІЧНІ ПРОЦЕСИ ДЛЯ РОЗДІЛЕННЯ НЕОДНОРІДНИХ СИСТЕМ	78
Осадження.....	79
Фільтрування.....	80
Центрифугування.....	86
Мембранні методи розділення рідинних і газових систем та приклади їх застосування.....	89

Розділ 6. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ	98
Обладнання для процесу подрібнення	98
Теоретичні основи подрібнення.....	98
Основні принципи подрібнення.....	101
Будова та принцип роботи подрібнюючих машин.....	103
Подрібнювачі ударно-стираючої дії.....	105
Подрібнювачі ударної дії.....	109
Подрібнювачі стираючо-роздавлюючої дії.....	114
Подрібнювачі роздавлюючої дії.....	117
Подрібнювачі ріжучої і розпилюючої дії.....	118
Подрібнювачі розколюючої і розламуючої дії.....	121
Колодні млини.....	122
Просіювання сипучих матеріалів	127
Механічне просіювання.....	128
Механізми для механічного сортування.....	130
Пневматичне та гідравлічне сортування.....	135
Змішування твердих матеріалів	137
Змішувачі барабанного типу.....	138
Змішувачі шнекового типу.....	139
Змішувачі лопатевого типу.....	140
Механізми для переміщення твердих матеріалів	141
Конвеєри з гнучким тяговим елементом.....	142
Конвеєри без гнучкого тягового елемента.....	147
Пневматичний транспорт.....	150
Підживлюючі пристрої у фармацевтичному та біотехнологічному виробництві	154
Дозатори твердих матеріалів.....	155
Об'ємні дозатори безперервної дії.....	158
Об'ємні дозатори порційної дії.....	161
Вагові дозатори безперервної дії.....	165
Вагові дозатори порційної дії.....	165
Підживлювачі твердих матеріалів.....	168
Розділ 7. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОЦЕСУ ТАБЛЕТКУВАННЯ	172
Характеристика процесу таблеткування.....	173
Обладнання процесу таблеткування	176
Гранулятори.....	176
Машини для таблеткування.....	178
Обладнання для покриття таблеток оболонками.....	182
Обладнання для полірування таблеток.....	185
Фасувальне та пакувальне обладнання для таблеток.....	185
Розділ 8. ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ІН'ЄКЦІЙНИХ ЛІКАРСЬКИХ ЗАСОБІВ	195
Види ампул та особливості їх виробництва.....	198

Підготовка повітря для виробничих приміщень.....	204
Обладнання для водопідготовки.....	206
Фільтраційні установки для ін'єкційних розчинів.....	213
Обладнання виробництва ампул.....	214
Устаткування для наповнення ампул.....	224
Устаткування для запаювання ампул.....	229
Автоматизовані лінії процесу ампулювання.....	233
Обладнання для контролю якості запаювання.....	236
Обладнання для маркування і пакування.....	238
Альтернативні форми упаковки ін'єкційних лікарських засобів.....	242
Розділ 9. ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ.....	245
Теплообмінники.....	245
Основні теплоносії і холодоагенти та вимоги до них	250
Випарювання та обладнання.....	252
Розділ 10. МАСООБМІН НІ ПРОЦЕСИ ТА АПАРАТИ	257
<i>Процеси масообміну.....</i>	257
Абсорбція та апаратура.....	258
Адсорбція та апаратура.....	271
Десорбція.....	276
Екстрагування і область застосування процесу	277
Перегонка, її види та обладнання.....	281
Кристалізація та сфера застосування.....	287
<i>Процес сушіння у виробництві лікарських засобів.....</i>	291
Характеристика процесу сушіння та класифікація обладнання.....	291
Теоретичні основи сушіння.....	295
Організація процесу сушіння у фармацевтичній та біотехнологічній	
промисловостях.....	310
Основні види сушильних апаратів та принцип їх роботи.....	311
<i>Конвективні сушарки.....</i>	312
Камерні сушарки	312
Тунельні сушарки.....	313
Стрічкові сушарки.....	313
Барабанні сушарки	314
Аерофонтанні сушарки.....	316
Сушарки з киплячим (псевдозрідженим) шаром.....	317
<i>Сушарки з віброкиплячим шаром.....</i>	319
Розпилювальні сушарки.....	321
Турбулентні сушарки.....	327
Роторні сушарки	328
Пневматичні сушарки.....	328
Сушарки з закрученими потоками газодисперсної суміші.....	333
Фільтраційні сушарки.....	335
<i>Контактні сушарки.....</i>	337

Вакуум-сушильні шафи	338
Гребкові вакуум-сушарки	338
Вальцеві сушарки	339
<i>Спеціальні сушарки та перспективні методи сушіння</i>	340
Терморадіаційні сушарки.....	340
Мікрохвильове сушіння.....	343
Висоочастотні сушарки.....	343
Сублімаційні сушарки (ліофілізатори).....	344
Циклічна вакуум-сублімаційна сушарка.....	352
Розпилювальна сублімаційна сушарка.....	354
<i>Комбіновані сушарки</i>	355
Способи інтенсифікації процесів сушіння	357
Розділ 11. МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ КОНТРОЛЬ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ФАРМАЦЕВТИЧНИХ ВИРОБНИЦТВ	359
ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ АПАРАТУРИ	392
ДОДАТКИ	399
ЛІТЕРАТУРА	406