



КОМПРЕСОРИ ОБ'ЄМНОГО СТИСНЕННЯ

В.І. Мілованов, Н.І. Водяницька, В.Д. Мельников

Одеса 2015

УДК 62.12
ББК 31.76

*Копіювання, сканування, запис на
електронні носії і тому подібне, книжки в
цілому, або будь-якої її частини заборонено*

*Рекомендовано методичною комісією наряду "Енергетика"
науково-методичної ради Одеської національної академії харчо-
вих технологій*

Протокол № 10 від 7 квітня 2015 р

Рецензенти:

Лагутін А.Ю., д.т.н., професор кафедри холо-
дильних машин, установок та кондиціонування
повітря Одеської національної академії харчо-
вих технологій, Одеса, Україна.

Петраш В.Д., д.т.н., професор кафедри опа-
лення, вентиляції та охорони повітряного ба-
сейну Одеської державної академії будівницт-
ва та архітектури, Одеса, Україна.

Оробей В.Ф., д.т.н., професор кафедри "Автомобі-
льний транспорт" Одеського національного полі-
технічного університету, Одеса, Україна.

Мілованов В.І., Водяницька Н.І., Мельников В.Д.
Компресори об'ємного стиснення / [В.І. Мілованов, Н.І. Водяницька, В.Д.
Мельников]. — Одеса: «Зовнішрекламсервіс». — 2015. — 332 с.

У підручнику, створеному викладачами Навчально-учбового інститу-
ту холоду, кріотехнологій та екоенергетики ім. проф. В.С.Мартинювського
Одеської національної академії харчових технологій, описані теорія, розраху-
нок і монтаж поршневих, ротаційних та спеціальних типів компресорів
об'ємного стиснення, що використовуються в різних галузях народного госпо-
дарства, для студентів машинобудівних, енергетичних та технологічних вищих
учбових закладів.

Матеріали підручника можуть бути корисними для інженерно-
технічних працівників, викладачів, студентів та аспірантів.

ISBN 966-8212-10-6 © В.І. Мілованов, Н.І. Водяницька, В.Д. Мельников 2015

© Видавництво «Зовнішрекламсервіс»

Передмова

Компресорами називаються машини, які призначені
для стиснення і переміщення газу або пари із простору з
меншим тиском в простір з більшим тиском.

Компресори є невід'ємною частиною технічного
устаткування, застосовуваного практично у всіх галузях
промисловості, а саме: у металургійної, хімічної, нафтової
і газової, гірничодобувної і багато ін. Компресори також є
невід'ємною частиною парових холодильних машин, кріо-
генних машин і систем кондиціонування повітря. Енергія
стиснутих газів широко використовується в нашій країні
поряд з електроенергією.

Тому знання теорії робочого процесу, основних те-
нденцій розвитку компресорів об'ємного стиснення, до
яких відносяться поршневі, мембранні, вільнопоршневі,
ротаційні, гвинтові та спіральні компресори, питань їх роз-
рахунку, монтажу та експлуатації є важливим моментом
підготовки бакалаврів, спеціалістів та магістрів за спеціа-
льностями 6.05060405, 7.05060405 і 8.05060405 «Компре-
сори, пневмоагрегати та вакуумна техніка» та 6.05060406,
7.05060406, 8.05060406 «Газотурбінні установки та комп-
ресорні станції».

Даний підручник складається із семи розділів. В пе-
рших чотирьох розділах розглядається теорія робочого про-
цесу одноступінчатих і багатоступінчатих поршневих комп-
ресорів, їх динамічний розрахунок та регулювання продук-
тивності. П'ятий і шостий розділи присвячено теорії робочо-
го процесу ротаційних компресорів а також спеціальних ти-
пів компресорів (мембранних, вільнопоршневих, гвинтових
та спіральних). В сьомому розділі розглядаються питання
монтажу та експлуатації холодильних компресорів
об'ємного стиснення.

ЗМІСТ

1. ОДНОСТУПІНЧАТЕ СТИСНЕННЯ	4
1.1. Теорія робочого процесу одноступінчатого компресора. Области застосування і перспективи розвитку компресорів об'ємного стиснення	4
1.2. Відомості з історії розвитку компресорів	7
1.3. Принцип дії компресорних машин	10
1.4. Основні параметри поршневого компресора	12
1.5. Класифікація поршневих компресорів	15
1.6. Основні рівняння компресорів	17
1.7. Теоретичний цикл ступеня поршневого компресора	20
1.8. Ізотермічне стиснення в теоретичному циклі ступеня поршневого компресора	25
1.9. Ізоентропічне (адіабатне) стиснення в теоретичному циклі ступеня поршневого компресора	27
1.10. Політропічне стиснення у теоретичному циклі ступеня поршневого компресора	30
1.11. Порівняння теоретичних процесів стиснення	32
1.12. Зображення процесів стиснення і переміщення газу в координатах S-T	33
1.13. Дійсний цикл ступеня поршневого компресора	35
1.14. Мертвий об'єм і його вплив на продуктивність поршневого компресора	38
1.15. Об'ємний коефіцієнт подачі компресора	40
1.16. Межа стиснення газу в одному ступеню	42
1.17. Втрати тиску газу і їх вплив на продуктивність компресора	44
1.18. Вплив теплообміну при всмоктуванні на продуктивність поршневого компресора	47
1.19. Втрата об'ємної продуктивності компресора через наявність нещільності робочої порожнини	49

компресора	
1.20. Вплив вогкості всмоктуваного газу на продуктивність компресора	50
1.21. Коефіцієнт подачі поршневого компресора	51
1.22. Особливості процесів стиснення і розширення газів. Показники політроп процесів	53
1.23. Охолодження газу при стисненні. Зображення робочого процесу поршневого компресора в T-S діаграмі	56
1.24. Індикаторна робота (потужність) поршневого компресора	59
1.25. Середній індикаторний тиск. Визначення індикаторної потужності компресора по значенню середнього індикаторного тиску	63
1.26. Режим максимальної роботи поршневого компресора	64
1.27. Енергетичні коефіцієнти поршневого компресора	66
2. БАГАТОСТУПІНЧАТЕ СТИСНЕННЯ	72
2.1. Особливості стиснення газів до високого тиску	72
2.2. Робота стиснення реального газу	76
2.3. Теоретичний процес багатоступінчатого компресора	79
2.4. Причини переходу до багатоступінчатого стиснення	84
2.5. Мінімальна робота стиснення в багатоступінчатому теоретичному компресорі	86
2.6. Вибір числа ступенів стиснення	89
2.7. Дійсний робочий процес багатоступінчатого компресора. Коефіцієнт подачі компресора	92

2.8. Потужність багатоступінчатого компресора.	95		
Коефіцієнт корисної дії			
2.9. Схема термодинамічного розрахунку багатоступінчатого газового компресора	96		
3. ДИНАМІКА ПОРШНЕВИХ КОМПРЕСОРІВ	112		
3.1. Загальні відомості	112		
3.2. Кінематика кривошипно-шатунного механізму	113		
3.3. Динаміка кривошипно-шатунного механізму	118		
3.4. Приведення мас рухомих деталей кривошипно-шатунного механізму. Визначення мас рухомих частин	119		
3.5. Приведення обертових мас	121		
3.6. Сили, що діють на механізм руху	123		
3.7. Побудова діаграми газових сил	131		
3.8. Побудова діаграми сумарних (вільних) сил	136		
3.9. Побудова діаграм сил N , $P_{ш}$, Z , T	137		
3.10. Діаграма обертаючих моментів на валу компресора	140		
3.11. Нерівномірність обертання колінчатого вала	142		
3.12. Визначення моменту інерції маховика	143		
3.13. Підбор маховика по його моменту інерції	145		
3.14. Зрівноважування поршневих компресорів	146		
3.15. Зрівноважування сил інерції і моментів від сил інерції невривноважених обертових мас	149		
3.16. Зрівноважування сил інерції мас, що рухаються зворотнопоступово	153		
4. РЕГУЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ПОРШНЕВИХ КОМПРЕСОРІВ	162		
4.1. Загальні положення	162		
4.2. Регулювання продуктивності поршневого компресора впливом на привід	164		
4.3. Регулювання продуктивності впливом на комунікацію	167		
		4.4. Регулювання продуктивності впливом на клапани компресора	174
		4.5. Регулювання продуктивності приєднанням додаткових мертвих об'ємів до порожнини циліндра компресора	178
		4.6. Регулювання продуктивності зміною ходу поршня	184
		5. РОТАЦІЙНІ КОМПРЕСОРИ	186
		5.1. Загальна характеристика ротаційних компресорів	186
		5.2. Роторно-лопатевий компресор (РЛК). Загальна характеристика компресора	188
		5.3. Ротаційний компресор з ротором (поршнем), що котиться	208
		5.4. Ротаційний компресор з хитним поршнем	214
		5.5. Рідиннокільцевий (водокільцевий) компресор	216
		5.6. Повітродувка Рутса	221
		5.7. Гвинтові компресори	226
		5.8. Спіральний компресор	250
		6. СПЕЦІАЛЬНІ ТИПИ КОМПРЕСОРІВ	259
		6.1. Мембранний компресор	259
		6.2. Дизель-компресор з поршнями, що вільно рухаються (ВРДК)	267
		7. МОНТАЖ І ЕКСПЛУАТАЦІЯ ХОЛОДИЛЬНИХ КОМПРЕСОРІВ	274
		7.1. Загальні положення	274
		7.2. Монтажні роботи	275
		7.3. Організація робочого місця	281
		7.4. Передмонтажна перевірка устаткування	288
		7.5. Випробування і здача в експлуатацію компресорів	289

7.6. Вимоги техніки безпеки і виробничої санітарії до оснащення машинних відділень	301
ДОДАТКИ	313
Література	324