

О.В. Кошельнік, Т.М. Пугачова, О.В. Круглякова, В.Г. Павлова

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ



Харків
НТУ "ХПІ"
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ ТА НАУКИ УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

О.В. КОШЕЛЬНИК, Т.М. ПУГАЧОВА, О.В. КРУГЛЯКОВА,
В.Г. ПАВЛОВА

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ

Навчальний посібник
для студентів спеціальності
144 «Теплоенергетика»

Рекомендовано
редакційно-видавничою
радою університету,
протокол № 1 від 16.02.23 р.

Харків
НТУ «ХПІ»
2023

УДК 620.91; 620.97

Рецензенти:

Г. І. Канюк, д-р техн. наук, проф.,
(Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків)

Н. А. Чорна, канд. техн. наук, доцент,
(Інститут проблем машинобудування ім. А.М. Підгорного НАН України,
м. Харків)

*Рекомендовано Вченою радою НТУ «ХП» як навчальний посібник
для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика»,
протокол № 4 від 05.05.2023 р.*

Енергозберігаючі технології в теплоенергетиці: навч. посіб. для студентів спеціальності 144 «Теплоенергетика» / О. В. Кошельнік, Т. М. Пугачова, О. В. Круглякова, В. Г. Павлова. – Харків: НТУ «ХП», 2023. – 166 с.

У навчальному посібнику розглядаються проблеми використання вторинних енергетичних ресурсів в різних галузях промисловості, наведені розрахунки теплотехнологічних схем з використанням теплоутилізаційного обладнання для генерації теплової та електричної енергії, розглядаються екологічні аспекти енергетики.

Для студентів вищих навчальних закладів спеціальності 144 «Теплоенергетика».

Іл. 66. Табл. 7. Бібліогр. 25 найм.

УДК 620.91; 620.97

© О. В. Кошельнік, Т. М. Пугачова,
О. В. Круглякова, В. Г. Павлова, 2023
© НТУ «ХП», 2023

ЗМІСТ

Вступ	5
Розділ 1. Енергозбереження та використання вторинних енергоресурсів в промисловості	7
1.1 Загальне поняття про вторинні енергоресурси та їх класифікація	7
1.2 Визначення виходу ВЕР й економії палива при їх використанні	11
1.3 Використання теплоти відхідних газів	20
1.3.1 Основні напрямки використання теплоти відхідних газів	20
1.3.2 Регенеративне використання теплоти відхідних газів	20
1.3.3 Розрахунок економії палива при використанні теплоти димових газів	25
1.3.4 Автономний нагрів повітря горіння	30
1.3.5 Попередній нагрів технологічних матеріалів	34
1.4 Використання котлів-утилізаторів та енерготехнологічних агрегатів	39
1.4.1 Класифікація котлів-утилізаторів	39
1.4.2 Водотрубні котли-утилізатори	42
1.4.3 Газотрубні котли-утилізатори	45
1.4.4 Енерготехнологічні агрегати	46
1.5 Хімічна регенерація теплоти	54
1.6 Інші способи використання теплоти відхідних газів	58
1.7 Використання теплоти готового продукту та промислових відходів	63
1.7.1 Використання енергетичного потенціалу готового продукту	57
1.7.2 Використання теплоти шлаків	73
1.8 Використання теплоти систем охолодження	79
1.9 Використання відпрацьованої та вторинної пари	88
1.9.1 Використання відпрацьованої пари	88
1.9.2 Компресія відпрацьованої пари	92
1.9.3 Використання вторинної пари та теплоти конденсату	94
Контрольні запитання до розділу 1	96
Розділ 2. Екологічні аспекти енергозбереження	98
2.1 Завдання та організація природоохоронної діяльності в теплоенергетиці	98
2.2 Вплив теплоенергетики на навколишнє середовище та заходи для його зниження	107

2.3 Очищення димових газів від твердих викидів	113
2.3.1 Загальна характеристика викидів	113
2.3.2 Циклони та батарейні циклони	121
2.3.3 Жалюзійні золоуловлювачі	126
2.3.4 Мокрі золоуловлювачі	129
2.3.5 Електрофільтри	134
2.4 Викиди оксидів азоту та методи боротьби з ними	141
2.5 Основні напрямки та методи боротьби з оксидами сірки	148
Контрольні запитання до розділу 2	159
Список використаних джерел	161
Додатки	163

ВСТУП

Енергозбереження являє собою комплекс правових, нормативних, технічних, економічних заходів, спрямованих на ефективне використання енергетичних ресурсів у промисловості і енергопостачанні населення. Одним із ключових моментів енергозбереження є раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів.

Раціоналізація у використанні паливно-енергетичних ресурсів є одним з найважливіших завдань, що стоїть перед нашою країною. В порівнянні з промислово розвиненими країнами Україна має більш низькі показники

енергоефективності як в окремих галузях, так і у промисловості в цілому. Це призводить до високих витрат суспільства на своє енергозабезпечення, сприяє порушенню стійкого енергопостачання економіки та населення, знижує енергетичну безпеку країни.

Тому підвищення енергоефективності в промисловості та енергетиці, раціональне використання енергетичних ресурсів на всіх етапах: видобутку, перетворення, а також використання, є одним з актуальних завдань на сьогоднішній день як для країни в цілому, так і для окремих споживачів енергоресурсів.

Важливим фактором енергозбереження є питання використання вторинних енергоресурсів (ВЕР) в промисловості. Раціональне та науково обґрунтоване використання ВЕР відкриває широкі можливості значного збільшення коефіцієнта використання палива та має важливе значення для покращення енергетичних балансів підприємств.

Ще одним актуальним завданням є екологічна безпека енергетики та промисловості. Значна частина всіх паливно-енергетичних ресурсів використовується при генерації енергії шляхом спалювання палива в енергетичних і промислових установках. Це супроводжується утворенням і викидом в атмосферу шкідливих речовин і парникових газів. До парникових газів відносяться вуглекислий газ, метан й оксиди азоту, які попадають в атмосферу через промислову та сільськогосподарську діяльність людини.

За два останні століття їх концентрація в атмосфері збільшилася на 30 %. Основними джерелами (до 80 %) виділень вуглекислого газу є спалювання первинних видів палива та продуктів їх переробки (вугілля, газ, продукти нафтопереробки). Зростання споживання енергії неминуче означає збільшення викидів вуглекислого газу та інших шкідливих речовин.

Враховуючи це, питання підвищення енергетичної ефективності виробництва електричної і теплової енергії безпосередньо пов'язані з екологічними – зниженням шкідливих викидів, а також зменшенням впливу на навколишнє середовище.

Даний навчальний посібник призначений для підготовки студентів-енергетиків, які навчаються за спеціальністю 144 «Теплоенергетика».