

662.69
3-26



І.М. КАРП, Є.Є. НІКІТІН,
К.Є. П'ЯНИХ, К.К. П'ЯНИХ

ЗАМІЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ПАЛИВАМИ



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГАЗУ

І. М. КАРП, Є. Є. НІКІТІН,
К. Є. П'ЯНИХ, К. К. П'ЯНИХ

ЗАМІЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ПАЛИВАМИ

*ПРОЕКТ
«НАУКОВА КНИГА»*

КИЇВ
НАУКОВА ДУМКА
2019

УДК 621.18.045:662.951.2

Розглянуто стан проблеми заміщення природного газу альтернативними паливами, наведено можливі обсяги заміщення та ресурсну базу. Значну увагу приділено технологіям газифікації вуглецевмісної сировини. Дано рекомендації щодо вибору технології газифікації залежно від її призначення та виду вихідного палива. Вказано можливі напрями використання коксозольного залишку. Наведено результати досліджень і приклади впровадження процесу спалювання біопалива в обертових печах. Окремі розділи присвячено заміщенню природного газу в об'єктах розподіленої енергетики та комунально-побутового сектору. Наведено приклади конкретних проектів, що базуються на найпридатніших можливих технологіях.

Для працівників проектних, науково-дослідних організацій і промислових підприємств, які працюють над проблемами зменшення споживання природного газу, викладачів і студентів енергетичних спеціальностей вищих навчальних закладів.

State of the problem of natural gas substitution with alternative fuels is considered, possible substitution and resource base are given. Considerable attention is paid to raw carbon-based materials gasification technologies. Recommendations on selection of gasification technology depending on its purpose and type output fuel are given. Possible directions for using the coke-ash residue are indicated. Research results and examples of biofuel burning process implementation in rotary kilns are presented. Separate sections are devoted to natural gas substitution in distributed energetics and municipal utilities. Examples of specific projects based on the most appropriate possible technologies are given.

For employees of design, research organizations and industrial enterprises working on problems of reducing natural gas consumption, teachers and students of energy specialties of higher educational institutions.

Рецензенти:

доктор технічних наук, професор *Ю. І. Хвастухін*,
доктор технічних наук, професор *В. О. Туз*

*Затверджено до друку вченою радою
Інституту газу (протокол № 12 від 14.09.2017 р.)*

***Видання здійснено за кошти Цільової комплексної програми
«Створення та розвиток науково-видавничого комплексу
НАН України»***

Науково-видавничий відділ медико-біологічної,
хімічної та геологічної літератури

Редактор *Н. А. Серебрякова*

© І. М. Карп, Є. Є. Нікітін, К. Є. П'яних,
К. К. П'яних, 2019

© НВП «Видавництво “Наукова думка”
НАН України», дизайн, 2019

ISBN 978-966-00-1679-8

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
Розділ 1. СТАН ПРОБЛЕМИ ЗАМІЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ПАЛИВАМИ (І. М. Карп, К. Є. П'яних).....	6
1.1. Оцінювання масштабу проблеми заміщення природного газу альтернативними джерелами палива та енергії	6
1.2. Ресурси альтернативних джерел заміщення природного газу	10
1.3. Вугілля	10
1.4. Ресурси біопалива.....	14
1.5. Тверді побутові відходи як альтернативне паливо	16
1.6. Біогаз. Газ звалищ	21
1.7. Осади стічних вод як енергетичний ресурс.....	24
Розділ 2. ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ЗАСАДИ ГОРІННЯ ТА ГАЗИФІКАЦІЇ ВУГЛЕЦЕВІСНИХ МАТЕРІАЛІВ (І. М. Карп, К. Є. П'яних).....	36
2.1. Основні хімічні реакції горіння та газифікації	38
2.2. Газифікація вуглецевісних матеріалів. Прямий, обернений та комбіновані процеси газифікації	44
2.3. Екологічні проблеми газифікації та спалювання деяких вуглецевісних матеріалів	53
2.4. Підготовка сировини, що заміщує природний газ, до спалювання чи газифікації.....	54
2.5. Очищення генераторного газу.....	58
Розділ 3. СПАЛЮВАННЯ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗУ. КОМБІНОВАНЕ Й МОНОСПАЛЮВАННЯ (І. М. Карп, К. Є. П'яних).....	60
3.1. Спалювання генераторного газу в турбулентному дифузійному факелі.....	67
3.2. Спалювання генераторного газу в умовах стабілізації факела.....	72
Розділ 4. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАМІЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ АЛЬТЕРНАТИВНИМИ ЕНЕРГОНОСІЯМИ. ЗАМІЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ ГАЗОВИМИ ПАЛИВАМИ (І. М. Карп, К. Є. П'яних).....	75
4.1. Підвищення ефективності заміщення природного газу газовими паливами з використанням кисню	79
4.2. Порівняння технологій заміщення природного газу способами прямого спалювання та попередньої газифікації палив	88

Список літератури

Розділ 5. ПОВІТРЯНА Й ПАРОВОПІТРЯНА ГАЗИФІКАЦІЯ ВУГІЛЛЯ ТА БІОМАСИ. ДОСВІД РОЗРОБЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ І РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ (І. М. Карп, К. Є. П'яних)	90
5.1. Повітряна й пароповітряна газифікація вугілля марки АМ	91
5.2. Експериментальне дослідження технології прямого процесу пароповітряної газифікації антрациту	94
5.3. Газифікація вугілля та біопалива за допомогою оберненого процесу	97
Розділ 6. ПРОМИСЛОВІ ВИПРОБУВАННЯ І ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГАЗИФІКАЦІЇ БІОМАСИ Й ВУГІЛЛЯ (І. М. Карп, К. Є. П'яних)	118
6.1. Газифікація біомаси за допомогою оберненого процесу у комплексі газогенератор-паровий котел на паперовій фабриці «Вайдман»	118
6.2. Комплекс газогенератор-ковальська піч. Плоскополуменевий паливник для низькоенергетичних газів	128
6.3. Енергетичні комплекси з газогенераторами безперервної дії, що працюють на вугіллі та біомасі.....	133
Розділ 7. ПРЯМЕ СПАЛЮВАННЯ БІОМАСИ В ПЕЧАХ (І. М. Карп, К. Є. П'яних)	137
Розділ 8. ДОСЛІДЖЕННЯ І ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТОРЕФІКАЦІЇ - НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПІРОЛІЗУ БІОМАСИ (І. М. Карп, К. Є. П'яних)	156
Розділ 9. АВТОНОМНЕ ВИРОБНИЦТВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ГАЗИФІКАЦІЇ БІОМАСИ. СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ АВТОНОМНОГО ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ (К. К. П'яних)	169
Розділ 10. ОСОБЛИВОСТІ ЗАМІЩЕННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ В КОМУНАЛЬНІЙ СФЕРІ Є.Є.НЦ	190
10.1. Міські каналізаційні стоки	191
10.2. Комплексне оцінювання можливості заміщення природного газу в системі централізованого теплопостачання внаслідок використання муніципальних матеріальних та енергетичних скидних потоків	201
10.3. Сонячна енергія та енергія навколишнього середовища	203
10.4. Скідна теплова енергія промислових підприємств	210
СПИСОК ПРИЙНЯТИХ СКОРОЧЕНЬ	217
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	219