21/19
Р

ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ДОМ
МИНЭКО

В. И. Рудыка

Энергосбережение в базовых отраслях промышленности

теория, технология

Книга 1

НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ РАЗВИТИЯ

В. И. РУДЫКА

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ В БАЗОВЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ:
ТЕОРИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ

МОНОГРАФИЯ

Харьков
ИД «ИНЖЭК»
2007

ББК 31.19
Р 83

Рекомендовано к печати ученым советом Научно-исследовательского центра индустриальных проблем развития НАН Украины (протокол № 5 от 16.04.2007 г.)

Рецензенты: Тютюнников Ю. Б.– д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник Украинского научно-исследовательского углехимического института (г. Харьков)

Ларин В. И.– д-р хим. наук, профессор, академик АН ВСУ, директор НИИ химии при ХНУ им. В. Н. Каразина (г. Харьков)

Рудыка В. И.

Р 83 **Энергосбережение в базовых отраслях промышленности: теория, технология**: Монография.– Х.: ИД «ИНЖЭК», 2007.– 304 с. Русск. яз.

ISBN 978-966-392-139-6

Монография восполняет многолетнее отсутствие обобщающего издания по энергосбережению в базовых отраслях промышленности в условиях возросшей актуальности проблемы. Изложены современная государственная политика по энергосбережению и перспективные направления развития промышленной и непромышленной энергетики в XXI веке. Рассмотрены проблемы энергосбережения в металлургии; предложена схема технологии коксодоменного комплекса на основе многократного использования в доменном процессе энергетического и ресурсного потенциалов углерода углей и коксов.

Изложены энергосберегающие факторы коксохимической промышленности, ее новые термохимические возможности. Приведена оценка эффективности предлагаемых реальных объектов энергосбережения.

В монографии рассмотрена промышленная альтернативная энергетика: производство различных топлив из растительной биомассы (теория, практика, перспективы).

Монографія заповнює багаторічну відсутність узагальнюючого видання з енергозбереження в базових галузях промисловості в умовах зростаючої актуальності проблеми. Викладено сучасну державну політику з енергозбереження й перспективні напрямки розвитку промислової й непромислової енергетики в XXI столітті. Розглянуто проблеми енергозбереження в металургії; запропоновано схему технології коксодоменого комплексу на основі багаторазового використання в доменному процесі енергетичного й ресурсного потенціалів вуглецю вугіль і коксів.

Викладено енергозберігаючі фактори коксохімічної промисловості, її нові термохімічні можливості. Наведено оцінку ефективності пропонованих реальних об'єктів енергозбереження.

У монографії розглянуто промислову альтернативну енергетику: виробництво різних палив з рослинної біомаси (теорія, практика, перспективи).

ББК 31.19

© Рудыка В. И., 2007
© ИД «ИНЖЭК», 2007

ISBN 978-966-392-139-6

СОДЕРЖАНИЕ

От автора 16
Введение 21
ЧАСТЬ I. Энергия, ресурсы, жизнь. 23
ГЛАВА 1. Энергия 23
1.1. Мировое энергообеспечение и энергопотребление 24
1.2. Современные энергетические прогнозы 25
1.3. Производство энергии из исчерпаемых энергетических источников 26
1.3.1. Производство энергии из угля, нефти и природного газа 26
1.3.2. Производство энергии на атомных электростанциях 29
1.3.3. Производство энергии на гидроэлектрических станциях 32
1.3.4. Проблема сбережения – взгляды и реальность 35
ГЛАВА 2. Ресурсы 37
2.1. Исчерпаемые и неисчерпаемые ресурсы 37
2.2. Уголь Украины и его место в металлургическом и химическом комплексах страны 44
2.3. Уголь и топливно-энергетический комплекс Украины 47
2.4. Уголь и химический комплекс 48
ГЛАВА 3. Энергия и жизнь 53
Предисловие 53
3.1. Превращение энергии и проявления жизни 54
3.2. Сравнение энергосистем и их общность 56
3.3. Биоэнергетика человека 58
3.3.1. Распределение энергии в организме 59
3.3.2. Как запасается энергия 60
3.3.3. Циркуляция энергии в организме 61
3.3.4. Что рассеивает энергию 61
3.3.5. Пища – основной поставщик энергии. 62
3.3.6. Как создается пища-энергоноситель 63
3.3.7. Проблема продовольственных ресурсов 65

ЧАСТЬ II. Непромышленная энергетика и ее возможности в энергосбережении 68

ГЛАВА 4. Альтернативная энергетика и проблема экологически чистой энергии 68

Предисловие 68

4.1. Нетрадиционная энергетика 70

4.2. Ресурсы и потенциальные возможности нетрадиционной энергетики 72

4.3. Виды нетрадиционных энергоресурсов 73

4.3.1. Использование солнечной энергии и экологические ограничения 73

4.3.2. Использование энергии ветра 76

4.3.3. Использование тепловой энергии недр 78

4.3.4. Использование энергии океанов и морей 80

4.3.5. Производство энергии двигателями внутреннего сгорания 82

4.3.6. Энергия биомассы 84

4.4. Приоритетность направлений развития нетрадиционной энергетики 87

4.5. Тепловые насосы в теплоснабжении и энергосбережении 88

4.6. Экологический, энергетический и экономический аспекты использования тепловых насосов 92

Заключение 94

ЧАСТЬ III. Промышленная энергетика 97

Предисловие 97

ГЛАВА 5. Государственная политика энергосбережения 99

Предисловие 99

5.1. Некоторые определяющие статьи Закона Украины об энергосбережении 101

5.1.1. Задачи законодательства об энергосбережении 102

5.1.2. Основные принципы государственной политики энергосбережения 103

5.1.3. Государственные программы энергосбережения 104

5.1.4. Образование и воспитание в сфере энергосбережения 104

5.1.5. Научные исследования 104
5.1.6. Цель и задачи экономического механизма энергосбережения 105
5.1.7. Экономические меры для обеспечения энергосбережения 105
5.2. Перспективные направления развития энергетики в XXI веке 105
5.3. От энергоёмкой экономики – к инновационному энергосберегающему индустриализму в Украине 109
5.4. Энергосбережению – государственный подход и политическую волю 112
5.4.1. Низкая энергоэффективность: экономические последствия 112
5.4.2. Энергосбережение и наука 116
ГЛАВА 6. Энергосберегающие технологии в доменном производстве 121
Предисловие 121
6.1. Потребность мирового сообщества производителей чугуна в коксе и факторы, определяющие возможности её дальнейшего снижения 123
6.2. Энергосбережение в металлургии и состояние ее научно-технического потенциала 126
6.3. Энергосберегающая технология – метод производства продукции с рациональным использованием энергии и одновременным снижением техногенного влияния на окружающую природную среду 133
6.4. Минимально возможный расход кокса 134
6.5. Энергосберегающий эффект использования нетрадиционного топлива в доменном процессе 138
6.6. Экономическая эффективность частичной замены кокса пылеугольным топливом 140
6.7. Энергетическая эффективность вдувания пылеугольного топлива в горн доменной печи 141
6.8. Опыт применения горячих восстановительных газов и технологического кислорода в доменной плавке 142
6.9. Технология доменной плавки на комбинированном дутье в условиях дефицита природного газа 148

ЧАСТЬ IV. Энергосберегающие факторы в технологии коксования угольной шихты. 152

ГЛАВА 7. Энергетическая характеристика производства и потребления металлургического кокса для доменного процесса 152

7.1. Критерии оценки теплотехнической эффективности отопительной системы коксовой печи 152

7.2. Эффективность процесса регенерации тепла 153

7.3. Факторы, определяющие возможности энергосбережения в процессе коксования 154

7.4. Энергосбережение путем совершенствования конструкции коксовых печей 159

ГЛАВА 8. Теплота коксования угольной шихты 161

8.1. Расход тепла на коксование 161

8.2. Теплота сгорания коксового газа 162

8.3. Относительный расход тепла на коксование 163

8.4. Общие условия учета расхода газа на обогрев коксовых батарей 164

8.5. Удельный расход тепла на коксование 165

8.6. Влияние технологических факторов на теплоту коксования угольной шихты 169

8.6.1. Влияние степени измельчения шихты 170

8.6.2. Влияние насыпной массы шихты 171

8.6.3. Влияние предварительного подогрева шихты 172

8.6.4. Влияние влажности шихты на продолжительность коксования в промышленных условиях 174

8.6.5. Учёт распределения угольной шихты в печных камерах при их обогреве с целью энергосбережения и улучшения качества кокса 178

8.6.6. Тепловые потери поверхностями коксовых батарей при различных режимах коксования. 183

ЧАСТЬ V. Энергосберегающие технологии в коксохимической промышленности 192

ГЛАВА 9. Народнохозяйственное значение получения заменителей кокса на базе коксового газа и тепла раскаленного кокса 192

9.1. Проблема полного использования топливно-энергетического потенциала углей с целью снижения энергоемкости металлургического производства 192

9.2. Бридерная технология работы УСТК 202

9.2.1. Характеристика обычной схемы работы УСТК 202

9.2.2. Основные отличия бридерной схемы работы УСТК-ВГ 206

9.2.3. Теоретическое обоснование возможности работы УСТК по бридерной технологии 208

9.2.4. Некоторые положения термохимии и термодинамики в приложении к реакциям превращения углеродсодержащих газов (CO, CO_2) 210

9.2.5. Отличие процесса высокотемпературной конверсии углеводородов коксового газа на нейтральной и коксовой насадках от известных процессов 225

9.3. Химизм процесса производства восстановительных газов при сухом тушении кокса 234

9.4. Каталитическая активность коксов в процессе получения восстановительных газов для металлургии 239

9.5. Количественная оценка процессов производства восстановительных газов при сухом тушении кокса в УСТК-ВГ 244

9.5.1. Восстановительные газы из смеси коксового и колошникового газов 244

9.5.2. Восстановительные газы из смеси природного и колошникового газов 249

9.5.3. Восстановительные газы из колошникового газа и мелких фракций кокса 251

9.5.4. Производство восстановительных газов из водяного пара и мелких фракций кокса 252

9.5.5. Восстановительные газы из смеси природного газа и водяного пара 254

9.5.6. Восстановительные газы из смеси коксового газа и водяного пара 255

ГЛАВА 10. Оценка эффективности реальных объектов энергосбережения и перспектива развития альтернативной промышленной энергетики 257

10.1. Общая характеристика концепции на создание предприятия по производству синтез-газов и на их основе экологически чистых видов моторного топлива 257

10.1.1. Об организации производства бензина на базе коксового газа в рамках коксохимической промышленности Украины 262

10.2. Энерго- и ресурсосберегающая технология коксодоменного комплекса на основе многократного использования энергетического и ресурсного потенциала углей 265

10.3. Эксергетическая оценка эффективности объектов энергетики и энергосбережения 272

10.4. Получение восстановительных газов и газов-энергоносителей путем газификации твердого топлива 277

10.4.1. Восстановительные газы и энерготехнология дешевого некоксующегося топлива 284

10.5. Промышленная альтернативная энергетика. Производство топлива из растительной биомассы (теория, практика, перспективы) 291

10.6. «Глобальная энергия» – первая в мировой истории награда в области энергетики (парадокс или забота о будущем) 296

Литература 299

CONTENTS

From the author 16
Introduction 21
PART I. Energy, resources, life 23
CHAPTER 1. Energy 23
1.1. Global energy provision and energy consumption 24
1.2. Recent predictions for energy 25
1.3. Generation of energy from exhaustible power sources 26
1.3.1. Generation of energy from coal, petroleum and natural gas 26
1.3.2. Generation of energy at atomic stations 29
1.3.3. Generation of energy at hydroelectric plants 32
1.3.4. Problem of energy reservation – views and reality 35
CHAPTER 2. Resources 37
2.1. Non-exhaustible and exhaustible resources. 37
2.2. Ukrainian coal and its role in metallurgical and chemical complexes 44
2.3. Coal and fuel-power complex of Ukraine 47
2.4. Coal and chemical complex 48
CHAPTER 3. Life and energy 53
Introduction 53
3.1. Conversion of energy and manifestations of life. 54
3.2. Comparison of power systems and their community 56
3.3. Bioenergy of people. 58
3.3.1. Distribution of energy in organism 59
3.3.2. How energy can be stored 60
3.3.3. Circulation of energy in organism 61
3.3.4. Dissipation of energy 61
3.3.5. Food as main supplier of energy 62
3.3.6. How food-energy carrier can be created 63
3.3.7. Problem of food resources 65
PART II. Non-industrial power engineering and its capability in energy saving 68

CHAPTER 4. Alternative power engineering and environment friendly energy **68**
Introduction 68
4.1. Non-traditional power engineering 70
4.2. Resources and capabilities of non-traditional power engineering 72
4.3. Forms of non-traditional energy resources 73
4.3.1. Solar energy 73
4.3.2. Wind energy 76
4.3.3. Thermal subterranean energy 78
4.3.4. Energy of seas and oceans 80
4.3.5. Generation of energy by internal combustion engines 82
4.3.6. Energy of biomass 84
4.4. Priority of development of non-traditional power engineering 87
4.5. Heat pumps in heat supply and energy conservation 88
4.6. Environmental, power and economic aspects of using heat pumps 92
4.7. Conclusion 94
PART III. Industrial power engineering **97**
Introduction 97
CHAPTER 5. Priority of state policy in energy conservation **99**
Introduction 99
5.1. Some significant provisions of Ukrainian law on energy conservation 101
5.1.1. Tasks of laws in energy conservation 102
5.1.2. Main principles of state policy in energy conservation 103
5.1.3. State energy conservation programmers 104
5.1.4. Education and training in the area of energy conservation 104
5.1.5. Scientific research 104
5.1.6. Aims and purposes of economic mechanism of energy conservation. 105
5.1.7. Economic measures to provide for energy conservation 105
5.2. Promising trends of development of power engineering in XXI century 105
5.3. From energy intensive economy towards innovative energy conserving industrialism in Ukraine 109
5.4. State approach and political will in energy conservation 112

5.4.1. Low energy efficiency – economic consequences 112
5.4.2. Energy conservation and modern science 116
CHAPTER 6. Energy conserving technologies in blast furnace production. 121
Introduction 121
6.1.World demand in coke for iron-making and factors determining possibility of its reduction 123
6.2. Energy conservation in metallurgy and its scientific and its scientific and technical potential 126
6.3. Energy conserving technology – method of production with rational use of energy and relaxation of technogenic load on environment 133
6.4. Theoretical minimal possible coke rate 134
6.5. Energy conserving effect of using non-traditional fuels in blast furnaces 138
6.6. Economic efficiency of partial replacement of coke with pulverized fuel 140
6.7. Energy efficiency of using blowing pulverized fuel into blast furnace 141
6.8. Experience of using hot reducing gases and oxygen for iron smelting 142
6.9. Technology of blast furnace process using combined blowing with shortage of natural gas 148
PART IV. Energy conserving aspects in technology of coke making from coal blends 152
CHAPTER 7. Energy-based characteristic of production and consumption of metallurgical coke for blast furnace process 152
7.1. Estimation criteria for heat efficiency of heating system of coke ovens 152
7.2. Efficiency of heat regeneration 153
7.3. Factors determining possibility of energy conservation during coking 154
7.4. Energy conservation by improving design of coke ovens 159
CHAPTER 8. Heat of carbonisation of coal blend 161
8.1. Consumption of heat for coke-making 161
8.2. Calorific value of coke oven gas 162

8.3. Relative heat consumption for coke-making 163
8.4. General rules of gas consumption recording used for heating coke oven batteries 164
8.5. Specific consumption of heat for carbonisation 165
8.6. Effect of process factors on heat used for coking coal blend 169
8.6.1. Effect of grinding degree of blend 170
8.6.2. Effect of bulk density of blend 171
8.6.3. Effect of preheating blend 172
8.6.4. Effect of blend moisture on carbonisation time under industrial conditions 174
8.6.5. Consideration of distribution of coal blend in coking chambers with aim of energy conservation and improvement of coke quality 178
8.6.6. Heat losses in coke oven batteries during different conditions of carbonisation 183
PART V. Energy conserving technologies in coke industry 192
CHAPTER 9. National economic significance of coke substitutes production based on coke oven gas and heat of hot coke 192
9.1. Complete utilization of energy potential of coals in order to reduce energy intensity of iron and steel plants 192
9.2. Breeding method of operation of CDQ units 202
9.2.1. Characterization of routine operation of CDQ units 202
9.2.2. Main features of breeding operation of CDQ-RG 206
9.2.3. Theoretical substantiation of applying breeding technology to CDQ operation 208
9.2.4. Some provisions of thermal chemistry and thermodynamics as applied to conversion reactions of carbon-containing gases (CO, CO_2) 210
9.2.5. Difference of high-temperature conversion of hydrocarbons of coke oven gas using neutral or coke packing from known methods 225
9.3. Chemical nature of production of reducing gases during dry quenching of coke 234
9.4. Catalytic activity of coke during production of reducing gases for iron-making 239
9.5. Quantitative estimation of production of reducing gases

during dry quenching of coke in CDQ-RG units 244
9.5.1. Reducing gases of coke oven and waste gases mixture. 244
9.5.2. Reducing gases of natural and waste gases mixture 249
9.5.3. Reducing gases of waste gases and fine coke fractions 251
9.5.4. Production of reducing gases of water steam and fine coke fractions 252
9.5.5. Reducing gases of natural gas and water steam mixture 254
9.5.6. Reducing gases of coke oven gas and water steam mixture 255
CHAPTER 10. Estimation of efficiency of real energy conserving facilities and outlook of alternative industrial power engineering 257
10.1. General description of concept of creation of plant to produce synthesis gases and environment friendly motor fuels on their base 257
10.1.1. Petrol production based on coke oven gas within coke industry in Ukraine 262
10.2. Energy and resources conserving technology of coke-blast furnace complex with multiple use of energy and resource potential of coal 265
10.3. Energy evaluation of efficiency of power and energy conserving facilities 272
10.4. Production of reducing gases and energy carrying gases by gasification of solid fuel 277
10.4.1. Reducing gases and energy technology of cheap non-coking fuels 284
10.5. Industrial alternative power engineering. Production of fuels from plant biomass (theory, practice, outlook) 291
10.6. «Global Energy» – first award in world history in area of power engineering (paradox or concern about future) 296
Literature 297