

620.92  
Б63

В. Дубровін, М. Корчемний, І. Масло,  
О. Шептицький, А. Рожковський, А. Гжибек,  
З. Пасторек, П. Євич, Т. Амон, В. Криворучко

# БІОПАЛИВА

**ТЕХНОЛОГІЇ, МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ**

Київ 2004

**Національний аграрний університет (Київ, Україна)  
Інститут будівництва, механізації та електрифікації  
рільництва (Варшава, Польща)  
Інститут сільськогосподарської техніки (Прага, Чехія)  
Університет культури землеробства (Відень, Австрія)**

# **БІОПАЛИВА**

**(ТЕХНОЛОГІЇ, МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ)**

**В. Дубровін, М. Корчемний, І. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський,  
А. Гжибек, З. Пасторек, П. Євич, Т. Амон, В. Криворучко**

**Київ 2004**

## **Автори:**

проф. В. О. Дубровін — вступ, розділи 2 — 4  
проф. М. О. Корчемний — розділи 1 — 5  
проф. І. П. Масло — розділ 3  
проф. Олександр Шептицький — розділи 1, 2  
проф. Анжей Рожковський — розділи I — 4  
проф. Анна Гжибек — розділи 1, 3  
проф. Зденек Пасторек — розділ 4  
проф. Петр Євич — розділи 2, 3  
проф. Томас Амон — розділ 4  
інж. В. В. Криворучко — розділи 1, 4

**БІОПАЛИВА (ТЕХНОЛОГІЇ, МАШИНИ І ОБЛАДНАННЯ)** /В. О. Дубровін, М. О. Корчемний, І. П. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, З. Пасторек, А. Гжибек, П. Євич, Т. Амон, В. В. Криворучко — К.: ЦТІ "Енергетика і електрифікація", 2004. — 256 с.: іл. 157

Використання біопалив та інших поновлюваних джерел енергії є важливою тенденцією розвитку сучасного агропромислового комплексу провідних країн світу. У 2020 році виробництво енергії за рахунок поновлюваних джерел складатиме близько 10% від загального. Для України розвиток альтернативної енергетики в сільській місцевості становить один з важливих державних пріоритетів, що базується на широкому впровадженні новітніх технологій, машин і обладнання. У книзі синтезовано світові досягнення в галузі виробництва, акумулювання та ефективного застосування біопалив сільськогосподарського походження.

Монографія призначена для науковців, студентів та широкого кола фахівців сільського господарства.

## **Рецензенти:**

Академік УААН, проф. М. К. Лінник  
Член-кореспондент УААН, проф. Д. Г. Войтюк

Рекомендовано до друку вченою радою Національного аграрного університету (протокол № 9 від 29 квітня 2004 р.)

**ISBN 966-96160-9-3**

- © В. Дубровін, М. Корчемний, І. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, А. Гжибек, З. Пасторек, П. Євич, Т. Амон, В. Криворучко, 2004
- © Національний аграрний університет (Київ, Україна),  
Інститут будівництва, механізації та електрифікації рільництва (Варшава, Польща),  
Інститут сільськогосподарської техніки (Прага, Чехія),  
Університет культури землеробства (Відень, Австрія), 2004
- © Центр Технічної Інформації "Енергетика і електрифікація", 2004

## ЗМІСТ

<b>Вступ</b> .....	5
<b>1. Використання біопалив в агропромисловому виробництві</b> .....	9
1.1. Загальні тенденції розвитку біоенергетики.....	11
1.2. Енергетична біосировина.....	12
1.2.1. Первинна енергетична сировина.....	14
1.2.1.1. Солома.....	15
1.2.1.2. Деревина.....	17
1.2.1.3. Енергетичні рослини.....	23
1.2.2. Вторинна енергетична сировина.....	28
1.2.2.1. Гноївка та гній.....	28
1.2.2.2. Інші органічні продукти.....	30
1.2.2.3. Осади стоків.....	30
<b>2. Тверде біопаливо</b> .....	31
2.1. Характеристики твердого біопалива.....	31
2.2. Спалювання.....	37
2.3. Газифікація та піроліз.....	45
2.4. Обладнання для підготовки та енергетичного використання твердого біопалива.....	50
2.5. Екологічний аспект енергетичного використання біомаси.....	61
<b>3. Рідке біопаливо</b> .....	65
3.1. Рослинні олії.....	68
3.2. Ефіри олій.....	72
3.2.1. Тенденції розвитку виробництва.....	72
3.2.2. Характеристика сировини.....	74
3.2.3. Технології та продукція виробництва.....	76
3.2.4. Обладнання.....	87
3.3. Біоетанол.....	97
3.3.1. Виробництво біоетанолу з біомаси.....	98
3.3.2. Обладнання для виробництва біоетанолу.....	101
3.4. Біометанол і біонафта.....	107
3.4.1. Виробництво біометанолу з біомаси.....	107
3.4.2. Виробництво біонафти з біомаси.....	109
3.5. Екологічний аспект використання рідких біопалив.....	111
3.5.1. Вплив біодизельного палива на навколишнє середовище.....	112
3.5.2. Перспективи застосування біоетанолу.....	118
3.5.3. Вплив біометанолу та біонафти на екологію.....	121
3.6. Дії, що підтримують використання рідкого біопалива.....	122

<b>4. Газоподібне біопаливо.....</b>	<b>123</b>
4.1. Стан і перспективи виробництва.....	126
4.2. Характеристика сировини.....	127
4.3. Технології виробництва біогазу.....	135
4.4. Обладнання.....	140
4.5. Ефективність біогазових технологій.....	174
4.5.1. Енергетична доцільність.....	174
4.5.2. Економічна ефективність.....	178
4.5.3. Екологічна безпека.....	181
<b>5. Акумулявання енергії.....</b>	<b>187</b>
5.1. Перспективи розвитку акумулюючих систем.....	187
5.2. Способи акумулявання енергії.....	191
5.2.1. Біологічне (природне) акумулявання.....	192
5.2.2. Хімічне акумулявання.....	194
5.2.3. Акумулявання теплоти.....	199
5.2.4. Акумулявання електроенергії.....	200
5.2.5. Механічне акумулявання.....	200
5.3. Акумулявання низькопотенційної теплоти.....	201
5.3.1. Теплові акумулятори з твердим ТАМ.....	201
5.3.2. Теплові акумулятори з використанням теплоти фазового переходу.....	204
5.3.3. Рідинні акумулятори тепла.....	212
5.4. Сезонне акумулявання енергії.....	216
5.4.1. Технологічні схеми.....	216
5.4.2. Системи тепlopостачання.....	223
<b>Післямова.....</b>	<b>243</b>
<b>Література.....</b>	<b>244</b>
<b>Зміст.....</b>	<b>251</b>

**National Agricultural University of Ukraine (NAUU)**  
**Institute for Building, Mechanization and Electrification of Agriculture (IBMER)**  
**Research Institute of Agricultural Engineering (VUZT)**  
**University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU)**

## **BIOFUELS**

### **(TECHNOLOGIES, MACHINERY AND EQUIPMENT)**

#### **Authors:**

Prof. V. O. Dubrovin — the introduction, parts 2 — 4  
Prof. M. O. Korchemnyj — parts 1 — 5  
Prof. I. P. Maslo — part 3  
Prof. Alexander Szeptycki — parts 1, 2  
Prof. Andrzej Roszkowski — parts 1 — 4  
Prof. Anna Grzybek — parts 1, 3  
Prof. Zdenek Pastorek — part 4  
Prof. Peter Jevic — parts 2, 3  
Prof. Thomas Amon — part 4  
Eng. V. V. Krivoruchko — parts 1, 4

The biofuel application and other renewable energy sources is the important tendency in the modern agroindustrial complex development in the most advanced countries of the world. In 2020, manufacture of energy from renewed sources will take about 10% from the total capacity. For Ukraine the development of alternative energetic in the countryside is one of the major state priorities that are based on wide introduction of new technologies, machinery and equipment. In this edition the world achievements in manufacturing, accumulation and effective application of agriculturally-origin biofuels are synthesized.

The monograph is oriented for scientists, students and wide range of experts in agriculture.

#### **Reviewers:**

Academician UAAS, Prof. N.K. Linnik  
Corresponding Member of UAAS, Prof. D.G. Vojtjuk

Recommended for printing at the Academic Council of National Agricultural University of Ukraine (protocol № 9, April, 29, 2004)

ISBN 966-96160-9-3

© V. Dubrovin, M. Korchemnyj, I. Maslo, A. Szeptycki, A. Roszkowski,  
A. Grzybek, Z. Pastorek, P. Jevic, T. Amon, V. Krivoruchko, 2004

© National Agricultural University of Ukraine (Kiev, Ukraine).  
Institute for Building, Mechanization and Electrification of Agriculture (Warsaw, Poland),  
Research Institute of Agricultural Engineering (Prague, Czech Republic),  
University of Natural Resources and Applied Life Sciences (Vienna, Austria), 2004