

546.212

Г65



В.В. Гончарук, В.А. Яременко, А.О. Самсоны-Тодоров

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ВОДНЫХ СИСТЕМ

НАЦИОНАЛЬНАЯ
АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ КОЛЛОИДНОЙ ХИМИИ
И ХИМИИ ВОДЫ им. А. В. ДУМАНСКОГО

NATIONAL ACADEMY
OF SCIENCES OF UKRAINE
A. V. DYMANSKY INSTITUTE OF COLLOID
AND WATER CHEMISTRY



V. V. GONCHARUK, V. A, YAREMENKO,
A. O. SAMSONI-TODOROV

WATER TREATMENT TECHNOLOGIES AND MODERN WATER SYSTEMS

*“SCIENTIFIC BOOK-
PROJEKT”*

KYIV • NAUKOVA DUMKA « 2018

В. В. ГОНЧАРУК, В. А. ЯРЕМЕНКО,
А. О. САМСОНИ-ТОДОРОВ

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ ВОДНЫХ СИСТЕМ

*ПРОЕКТ
“НАУКОВА КНИГА”*

КИЕВ • НАУКОВА ДУМКА • 2018

УДК 534.8.535+541.182:537.523.528:
544.628.16:621.8+622.276:553.981.4:551

Проанализированы перспективные направления исследований в области электрофизических методов обработки водных систем: электроплазменная и электроимпульсная обработка, ультразвуковая и гидродинамическая кавитация, ультрафиолетовое облучение и их варианты. Преимущество применения в практике водоочистки электроразрядных методов обусловлено возможностью очистки воды от вредных примесей без применения химических реагентов. Рассмотрены предпосылки использования альтернативных источников энергии на основе получения водородного сырья из сероводорода, а также газогидратных месторождений Черноморского бассейна. Основное внимание уделено тем направлениям исследований, в которых получены наиболее интересные результаты.

Для научных работников, аспирантов и практиков, работающих в области проблемных технологий водоподготовки с использованием электроразрядных методов.

Проаналізовано перспективні напрями досліджень у галузі електрофізичних методів обробки водних систем: електроплазмова й електроімпульсна обробка, ультразвукова і гідродинамічна кавітація, ультрафіолетове опромінення та їх варіанти. Перевага застосування в практиці водоочищення електроразрядних методів обумовлена можливістю очищення води від шкідливих домішок без застосування хімічних реагентів. Розглянуто передумови використання альтернативних джерел енергії на основі отримання водневої сировини з сірководню, а також газогідратних родовищ Чорноморського басейну. Основну увагу приділено тим напрямам досліджень, в яких отримано найцікавіші результати.

Для науковців, аспірантів і практиків, які працюють у галузі проблемних технологій водопідготовки з використанням електроразрядних методів.

Рецензенты:

член-корреспондент НАН Украины,
доктор химических наук, профессор *В. М. Огенко*,
доктор технических наук *А. С. Макаров*,
кандидат технических наук *В. В. Таранов*

*Утверждено к печати ученым советом
Института коллоидной химии и химии воды им. А. В. Думанского НАН Украины
(протокол № 3 от 10.03.2016 г.)*

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

Научно-издательский отдел медико-биологической,
химической и геологической литературы

Редактор *Н. А. Серебрякова*

© В. В. Гончарук, В. А. Яременко, А. О. Самсонин-Тодоров, 2018

© НВП «Видавництво “Наукова думка”
НАН України», дизайн, 2018

ISBN 978-966-00-1637-8

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
Г Л А В А 1 ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И РАЗНОВИДНОСТИ ИХ СТРУКТУРЫ	7
1.1. Структура воды, ее свойства.....	7
1.2. Сверхкритическое состояние воды	14
1.3. Источники питьевого водоснабжения	24
Г Л А В А 2 ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ	32
2.1. Классификация качества поверхностных вод Украины.....	32
2.2. Проблемы технологии водоподготовки питьевой воды	50
2.3. Варианты концепции повышения качества питьевой воды	63
Г Л А В А 3. ФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ВОДЫ.....	84
3.1. Физико-химические особенности воздействия ультразвука на водные системы	84
3.2. Ультразвук в процессах обработки водных систем.....	96
3.3. Гидродинамическая кавитация, перспективы применения	118
Г Л А В А 4 ФОТОКАТАЛИЗ В ПРОЦЕССАХ ДЕЗАКТИВАЦИИ ПРИМЕСЕЙ ВОДЫ	127
4.1. Фотокаталитические реакции, их разновидности	127
4.2. Рациональные модели реакторов фотокатализа	142
4.3. Ультрафиолетовое обеззараживание воды, содержащей микромицеты	175
4.4. Фотокаталитическая деструкция растворов фенола	188
Г Л А В А 5 ЭЛЕКТРОРАЗРЯДНЫЕ МЕТОДЫ В ПРОЦЕССАХ ОЧИСТКИ ВОДЫ	196
5.1. Процессы электрических разрядов в водном объеме	196
5.2. Электроимпульсная обработка водных систем. Диафрагменный разряд	200
5.3. Электроплазменная обработка воды. Барьерный разряд	207

Оглавление

ГЛАВА 6. ВОДНЫЕ СТРУКТУРЫ ЧЕРНОГО МОРЯ	219
6.1. Сероводородные ресурсы Черного моря	219
6.2. Перспективы утилизации сероводородных месторождений	223
6.3. Метан и газогидраты, особенности трансформации	231
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	240
СПИСОК ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	252
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	255

CONTENTS

INTRODUCTION.....	5
CHAPTER 1. WATER RESOURCES AND VARIETY OF THEIR STRUCTURE	7
1.1. Structure of water, its properties	7
1.2. Supercritical state of water.....	14
1.3. Sources of drinking water supply	24
CHAPTER 2. ECOLOGICAL-HYGIENIC CLASSIFICATION OF WATER SOURCES	32
2.1. Classification of surface water quality in Ukraine	32
2.2. Problems of drinking water treatment technology.....	50
2.3. Options for improving the quality of drinking water	63
CHAPTER 3 PHYSICAL METHODS OF WATER TREATMENT	84
3.1. Physicochemical features of ultrasound action on water systems	84
3.2. Ultrasound in the processing of water systems.....	96
3.3. Hydrodynamic cavitation, prospects of application.....	118
CHAPTER 4. PHOTO-CATALYSIS IN THE PROCESSES OF WATER CONTAMINANTS DEACTIVATION	127
4.1. Photocatalytic reactions, their varieties.....	127
4.2. Rational models of photocatalytic reactors	142
4.3. Ultraviolet disinfection of water containing micromycetes	175
4.4. Photocatalytic degradation of phenol solutions.....	188
CHAPTER 5 ELECTRIC DISCHARGE METHODS IN THE PROCESSES OF WATER TREATMENT	196
5.1. The processes of electrical discharges in water volume	196
5.2. Electropulse treatment of water systems, diaphragm discharge	200
5.3. Electroplasma treatment of water, barrier discharge	207

Contents

CHAPTER 6 WATER STRUCTURES OF THE BLACK SEA	219
6.1. Hydrogen sulphide resources in the Black Sea.....	219
6.2. Prospects for the utilization of hydrogen sulfide deposits.....	223
6.3. Methane and gas hydrates, features of their transformation.....	231
CONCLUSION	240
LIST OF ADOPTED ABBREVIATIONS	252
REFERENCES	255