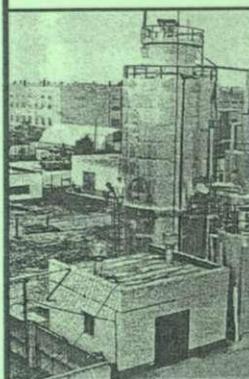
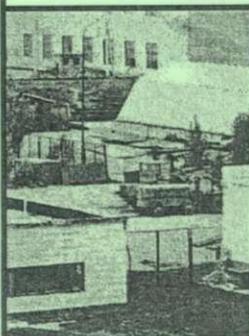


И. В. СЕМЕНЕНКО, М. Г. ЗИНЧЕНКО



**ОБОРУДОВАНИЕ  
И ПРОЦЕССЫ  
МЕТАНОВОГО  
СБРАЖИВАНИЯ  
ОРГАНИЧЕСКИХ  
ОТХОДОВ**



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ,  
МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
«Харьковский политехнический институт»

**И. В. Семененко, М. Г. Зинченко**

**ОБРУДОВАНИЕ И ПРОЦЕССЫ  
МЕТАНОВОГО СБРАЖИВАНИЯ  
ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ**

Монография

Утверждено  
редакционно-издательским  
советом университета,  
протокол №1 от 23.06.2011 г.

Х а р ь к о в  
ПідручникНТУ «ХПІ»  
2 0 12

УДК 628.35

ББК 40.57

СЗО

**Р е ц е н з е н т ы :**

*Л. П. Перцев*, д-р техн. наук, проф., ПАО «УкрНИИХиммаш» (г. Харьков)

*Н. Ф. Клещев*, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ» (г. Харьков)

Публикується по рішенняу ученого совета университета  
(протокол № 6 от 10.06.2011 г.)

В монографії викладено сучасні уявлення про процеси метанового зброджування. Розглянуто питання конструювання і розрахунку обладнання біогазових установок, вибору конструкційних матеріалів, використання продуктів зброджування, економічної ефективності процесу.

Для студентів, аспірантів, спеціалістів в галузі екології та нетрадиційної енергетики.

Семенов И. В.

СЗО Оборудование и процессы метанового сбраживания органических отходов : монография / И. В. Семенов, М. Г. Зинченко. - Харьков : Підручник НТУ «ХПИ», 2012. - 272 с. - Рос. мовою.

ISBN 978-966-2426-65-6

В монографии изложены современные представления о процессах метанового сбраживания. Рассмотрены вопросы конструирования и расчета оборудования биогазовых установок, выбора конструкционных материалов, использования продуктов сбраживания, экономической эффективности процесса.

Для студентов, аспирантов, специалистов в области экологии и нетрадиционной энергетики

Ил. 74. Табл. 85. Библиогр.: 168 назв.

УДК 628.35

ББК 40.57

© Зинченко М.Г., Семенов И.В., 2012

© Підручник НТУ «ХПИ», 2012

ISBN 978-966-2426-65-6

## СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие .....	3
Введение .....	5
Глава 1. Технологические основы метанового брожения.....	11
1.1 Биохимия и микробиология процесса.....	11
1.2 Исходное сырье и его свойства .....	15
1.2.1 Биомасса как непосредственный продукт фотосинтеза...	16
1.2.2 Биомасса органических остатков и отходов .....	18
1.3 Основные факторы, влияющие на процесс метанового сбраживания.....	29
1.4 Оптимизация процесса метанового сбраживания органических веществ .....	47
Глава 2. Инженерная реализация технологии метанового сбраживания...	55
2.1. Подготовка исходного сырья к сбраживанию .....	58
2.1.1 Сбор и накопление исходного сырья .....	58
2.1.2 Подготовка исходного сырья к сбраживанию исходного сырья .....	64
2.2 Установки метанового сбраживания органических отходов. Основные узлы и системы .....	79
2.2.1 Метантенк и его элементы .....	85
2.2.2. Конструктивный и технологический расчет метантенка..	90
2.3 Система сбора биогаза .....	99
2.3.1 Состав и свойства биогаза .....	99
2.3.2 Подготовка биогаза к использованию .....	105
2.3.3 Оборудование системы сбора и хранения биогаза.....	110
2.4 Использование биогаза для производства тепловой и электрической энергии.....	125
2.4.1 Оборудование для получения тепловой и электрической энергии из биогаза .....	127
2.4.2 Расчет энергетического баланса биогазовой установки...	130
2.5 Разделение сброженной массы .....	134
2.5.1 Характеристика сброженной массы .....	134
2.5.2 Использование сброженной массы без разделения .....	138
2.5.3 Оборудование для разделения сброженной массы .....	140
2.6 Сбор и использование продуктов разделения сброженной массы .....	143
2.6.1 Использование обезвоженного шлама и жидких стоков в качестве удобрений .....	146
2.6.2 Переработка обезвоженного шлама в кормовые добавки и биогумус .....	168
2.6.3 <b>Использование и переработка жидкой фракции</b> сброженной массы .....	172

2.6.4 Оборудование для сбора и использования продуктов разделения сброженной массы .....	179
Глава 3. Эффективные зарубежные и отечественные биогазовые установки .....	187
3.1 Установка с двухступенчатой системой сбраживания фирмы «Швартинг» .....	187
3.2 Установка комплексной переработки навоза фирмы Конструмекс .....	190
3.3 Биогазовая установка фирмы BVT .....	192
3.4 Установка с секционированным горизонтальным метантенком .....	193
3.5. Установка КОБОС - 1 .....	195
3.6 Установка Биогаз 301С .....	196
3.7 Установка Биогаз 5-61С .....	200
3.8 Международные проекты биогазовых установок в Украине .....	202
Глава 4. Конструкционные материалы для оборудования установок метанового сбраживания .....	206
4.1 Коррозия стальных и железобетонных конструкций .....	207
4.1.1 Электрохимическая коррозия металлов .....	208
4.1.2 Биохимическая коррозия металлов .....	211
4.1.3 Коррозия бетона и арматуры .....	215
4.2 Коррозионные исследования и рекомендации по выбору конструкционных материалов оборудования биогазовых установок .....	217
4.2.1 Методика проведения коррозионных исследований .....	217
4.2.2 Результаты промышленных коррозионных испытаний .....	219
4.3 Методы повышения коррозионной стойкости углеродистых сталей .....	223
4.3.1 Металлизация .....	223
4.3.2 Неметаллические покрытия .....	225
4.3.3 Лакокрасочные покрытия .....	229
4.4 Методы повышения стойкости бетонных сооружений .....	232
4.5 Методы защиты от разрушения метантенков индивидуальных хозяйств .....	234
Глава 5. Экономическая эффективность метанового сбраживания органических отходов .....	238
5.1 Энергетическая составляющая экономического эффекта .....	242
5.2 Агрохимическая составляющая экономического эффекта .....	244
5.3 Экологическая составляющая экономического эффекта .....	247
Заключение .....	254
Список литературы .....	255