

23-5590

НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ



Уральский
федеральный
университет

имени первого Президента
России Б.Н.Ельцина

Велькин В.И.



Учебное пособие

Биоэнергетика и биогазовые установки

2023

Министерство науки и высшего образования РФ
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина

В. И. Велькин

БИОЭНЕРГЕТИКА И БИОГАЗОВЫЕ УСТАНОВКИ

Учебное пособие
для студентов направления подготовки
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»,
профиль «Нетрадиционные и возобновляемые
источники энергии»

*Под редакцией доктора технических наук,
профессора С. Е. Щеклеина*

Екатеринбург
2023

УДК 620.951

B28

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор Сакен Койшибаевич Шерьязов,
Южно-Уральский государственный аграрный университет (Челябинск);
д-р техн. наук, старший научный сотрудник Андрей Александрович Ковалев,
ВИМ (Москва)

Научный редактор:

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой
атомных станций и возобновляемых источников энергии
Сергей Евгеньевич Щеклеин, УрФУ (Екатеринбург)

Велькин, В. И.

B28

Биоэнергетика и биогазовые установки : учебное пособие для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии» / В. И. Велькин ; под ред. д-ра техн. наук, проф. С. Е. Щеклеина. – Екатеринбург : УрФУ, 2023. – 112 с.

ISBN 978-5-9076805-9-3

Учебное пособие посвящено вопросам биоэнергетики и биогазовых технологий. Рассматриваются виды удобрений и их влияние на развитие сельского хозяйства, представлена эволюция биогазовых технологий, обобщен мировой опыт производства биогаза на основе отходов сельского хозяйства, а также определена роль биогазовых установок в энергетике стран. Представлены характеристики и конструкции основных типов биогазовых установок в различных странах, развивающих биогазовые технологии.

Учебное пособие «Биоэнергетика и биогазовые установки» предназначено для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», а также представляет интерес для широкого круга читателей, которые найдут ответы на вопросы, связанные с ролью биогазовых технологий в развитии энергетики стран мира.

УДК 620.951

ISBN 978-5-9076805-9-3

© Велькин В. И., 2023

© Уральский федеральный
университет, 2023

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. Создание и использование в сельском хозяйстве возобновляемых источников энергии на основе биогазово-биогумусной технологии.	
Удобрения в сельском хозяйстве.....	7
1.1. Классификация и производство удобрений.....	9
1.2. Применение минеральных удобрений.....	11
1.2.1. Аммиачная селитра.....	12
1.2.2. Суперфосфат.....	13
1.2.3. Карбамид.....	15
1.3. Характеристики некоторых производимых биоудобрений.....	17
1.3.1. Биоудобрение «Азотовит».....	17
1.3.2. Биогумус.....	18
1.4. Эффективность микробных удобрений на дерново-подзолистых почвах и серых лесных почвах.....	19
1.5. Потенциал биоудобрений.....	20
1.6. Роль биомасс в топливном балансе мира.....	20
2. Биогаз. Эволюция биогазовых технологий.....	22
2.1. Применение биогазовых технологий в развитых странах.....	24
2.2. Применение биогазовых технологий в развивающихся странах.....	26
2.3. Применение биогазовых технологий в бывшем СССР, СНГ и России.....	28
3. Мировой опыт производства биогаза и его эффективность.....	30
4. Теоретические основы анаэробного сбраживания.....	33
4.1. Микробиология анаэробного сбраживания.....	33
4.2. Теоретические основы метанового брожения.....	35
4.2.1. Микрофлора.....	35
4.2.2. Гидролитические бактерии (I группа).....	37
4.2.3. Гетероацетогенные бактерии (II группа).....	39
4.2.4. Метаногенные бактерии (III группа).....	39
4.2.5. Некоторые сведения о метанобразующих бактериях.....	40
4.3. Параметры и оптимизация процесса сбраживания.....	44
4.3.1. Поддержка анаэробных условий в реакторе.....	44
4.3.2. Соблюдение температурного режима.....	45
4.3.3. Питательные вещества.....	46

4.3.4. Время сбраживания.....	46
4.3.5. Кислотно-щелочной баланс.....	48
4.3.6. Соотношение содержания углерода и азота.....	48
4.3.7. Выбор влажности сырья.....	49
4.3.8. Регулярное перемешивание.....	50
4.3.9. Ингибиторы процесса.....	51
4.4. Типы сырья для БГУ.....	51
4.5. Выход газа и содержание метана.....	53
4.6. Проблема коркообразования.....	55
4.7. Состав сырья.....	56
5. Технология производства биогаза и его характеристики.....	58
5.1. Опытные биогазовые установки 60-х годов.....	60
5.2. Экспериментальные БГУ по программам ГКНТ И МСХ СССР.....	62
5.3. Опытно-промышленные БГУ.....	64
6. Классификации биогазовых установок.....	72
6.1. Классификация установок по методам загрузки сырья.....	72
6.2. Классификация установок по методам сбора сырья.....	72
6.3. Горизонтальные и вертикальные установки.....	77
6.4. Подземные и наземные установки.....	77
6.5. Классификация установок в зависимости от материала реактора.....	78
6.6. Использование дополнительных устройств в биогазовых установках.....	79
7. Установки и системы для получения и использования биогаза.....	81
ПРИЛОЖЕНИЯ	89
Приложение 1. БГУ-500 для свинофермы на 24000 голов.....	89
Приложение 2. Типовая БГУ в Англии.....	91
Приложение 3. Типовая БГУ в Японии.....	93
Приложение 4. Конструкция типовой китайской фермерской БГУ.....	95
Приложение 5. Биогазовая установка с использованием гобара (Индия)...	97
Приложение 6. БГУ для совместного сбраживания навоза, помета и жидких стоков со смолой (рециркуляционная технология Т. Я. Андрюхина).....	99
Приложение 7. Автономный биогазоэнергетический модуль БИОЭН-1.....	101
Приложение 8. Индивидуальная биогазовая установка ИБГУ-1.....	103
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	107