

	Стор.
ПЕРЕДМОВА	7
ВСТУП	8
1 ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ БІОГАЗОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ	10
1.1 Німеччина	15
1.2 Франція	18
1.3 Сполучені Штати Америки	19
1.4 Великобританія	21
1.5 Швейцарія	24
1.6 Фінляндія	24
1.7 Австрія	26
1.8 Країни, що розвиваються	26
1.9 ЄС, СНД і Україна	29
2 ДжЕРЕЛА БІОМАСИ	32
2.1 Залишки і відходи	32
2.1.1 Тверді міські відходи	32
2.1.2 Горючі відходи	34
2.1.3 Підвищення теплоти згоряння	34
2.1.4 Відстій міських стічних вод	35
2.2 Відходи тваринництва	37
2.3 Рослинні залишки	39
2.4 Промислові відходи	41
2.5 Продукти лісу	43
2.5.1 Відходи лісу при заготівці і транспортуванні	44
2.5.2 Відходи при виробництві лісоматеріалів	45
2.5.3 Відходи деревної маси і паперу	46
2.6 Способи утилізації біогазу	46
2.6.1 Класифікація біогазів	46
2.6.2 Економічні аспекти виробництва та застосування біогазу	49
3 МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОСИСТЕМ	58
3.1 Загальні дані по вивченню екосистем	58
3.2 Моделі вивчення екосистем	60
3.3 Моделювання росту мікроорганізмів	68
3.4 Математичні моделі екосистем з зосередженими параметрами	75
3.4.1 Прийняті допущення і класифікація компонентів, що становлять органічне середовище біореактору	76
3.4.2 Математична модель процесів розвитку мікроорганізмів	77
3.4.3 Формули для обчислення коефіцієнтів k_{a1} , k_{b1}	85
3.4.4 Вплив життєдіяльності мікроорганізмів на рН	86
3.4.5 Моделювання складних процесів	87
3.4.6 Спрощена система рівнянь	95
3.4.7 Ідентифікація параметрів моделі	97

3.4.8	Ідентифікація коефіцієнтів і порівняння розрахунків по моделі з експериментом	101
3.4.9	Рівняння в безрозмірній формі	103
3.4.10	Облік впливу щільності мікроорганізмів у моделях	105
3.4.11	Аналіз деяких окремих випадків	106
3.4.12	Постановка завдання синтезу керування	113
3.4.13	Необхідна й достатня умова можливості розв'язання і загальний алгоритм рішення задачі синтезу параметрів системи	119
3.4.14	Алгоритм рішення оптимізаційної задачі	122
3.4.15	Завдання підтримки пици на заданому рівні	123
3.5	Динамічне моделювання процесів в біореакторі, як системі з розподіленими параметрами	125
3.5.1	Деякі позначення	125
3.5.2	Потоки міграції або переселення мікроорганізмів	125
3.5.3	Модель розвитку популяції мікроорганізмів	127
3.5.4	Моделі виділення побічних продуктів і розподілу температури	129
3.5.5	Модель складних процесів з розподіленими параметрами	132
3.5.6	Аналіз деяких окремих випадків	133
4	АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ БІОМАСИ	140
4.1	Стан енергетичного використання біомаси в Україні та за кордоном	140
4.2	Систематизація світового енергетичного та екологічного використання біомаси	146
4.3	Властивості біомаси як енергетичного палива	154
4.4	Систематизація методів переробки органічних відходів	158
4.5	Основи та системи анаеробної ферментації	159
5	ІСНУЮЧИ ТА ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ З ПЕРЕРОБКИ БІООРГАНІЧНОЇ МАСИ	169
5.1	Методи і способи переробки тваринницької біомаси	169
5.2	Технології анаеробної переробки тваринницької біомаси	175
5.3	Дослідження параметрів анаеробного зброджування біомаси ...	179
5.4	Параметри переробки сировини	186
5.4.1	Етапи виробництва біогазу	186
5.4.2	Параметри процесу зброджування	188
5.4.3	Підтримка анаеробні умови у реакторі	188
5.4.4	Типи сировини	195
5.4.5	Склад сировини	199
6	МЕТАНОГЕНЕЗ І ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ОТРИМАННЯ БІОГАЗУ	201
6.1	Схеми та устаткування	201
6.2	Біогазові установки та методи їх розрахунку	211
6.3	Особливості примежового шару анаеробного реактора (біоплівка)	221

6.4	Процеси у шнековому пристрої реактора біогазової установки	226
6.5	Процеси перемішування субстрату в реакторі біогазової установки	237
6.6	Гідродинаміка та теплообмін в умовах підведення газової фази в об'єм середовища	246
6.7	Математичне моделювання процесів у біогазовій установці	254
6.8	Розрахунок витрат теплоти біогазової установки	264
6.9	Аналіз схем біогазових установок	269
6.10	Енергетична ефективність роботи анаеробного реактора	275
6.11	Математична модель роботи біогазової установки	280
6.12	Матеріальний потік технологічної лінії переробки біомаси	284
7	МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ОЧИЩЕННЯ БІОГАЗУ ВІД ДОМІШОК	289
7.1	Загальні вимоги до процесу бродіння	289
7.2	Основні типи біогазових установок	290
7.3	Зниження вологості біогазу	291
7.4	Очищення біогазу від шкідливих домішок	293
7.5	Збагачення біогазу метаном	296
7.6	Відомості про вуглекислий газ та сірководень	302
7.7	Методи очищення газів від домішок сірководню та вуглекислого газу	302
7.8	Дослідження витрати реагентів на очищення біогазу	313
8	ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСИСТЕМ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ	315
8.1	Характеристики енергосистем як об'єктів оптимізації	315
8.2	Топологічне представлення графових побудов	316
8.3	Основи ексергетичного методу аналізу енергосистем	317
8.4	Аналіз методів оптимізації енергосистем	319
8.5	Аналіз методів оптимізації технічних систем	321
8.6	Ексергоекономічний метод аналізу, синтезу і оптимізації	327
8.7	Математичне моделювання і оптимізація комплексу біогазової установки	332
8.7.1	Ексергетична і термoeкономічна оптимізація комплексу біогазової установки	333
8.7.2	Ексерготопологічне моделювання у термодинамічному аналізі і термoeкономічній оптимізації комплексу біогазової установки	340
8.8	Аналіз та основи оптимізації біогазової установки методами теоретико-графових побудов	343
9	ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПАЛИВА	349
9.1	Екологічні критерії оцінки енергетичного використання біогазу	349

9.2.	Методика розрахунку показників емісії для отримання біогазу за допомогою анаеробного бродіння біомаси	353
9.3	Визначення показника емісії при використанні природного газу	355
9.4.	Визначення показника емісії при використанні біогазу	357
10	ВИПРОБУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ ТАРОЗРАХУНОК ШКІДЛИВИХ ВИКИДІВ	361
10.1	Планування експерименту при проведенні випробувань	363
10.2	Визначення складових теплового балансу	366
10.3	Розрахунок викидів оксидів азоту	374
10.4	Визначення температури сірководневої точки роси	383
10.5	Вібраційна надійність обладнання	387
11	ОСНОВИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БІОГАЗОВОЇ УСТАНОВКИ	392
11.1	Загальні відомості	392
11.2	Особливості інформаційних потоків	393
11.3	Особливості математичного моделювання систем біоконверсії	394
11.4	Моделювання підсистеми енергозабезпечення біогазової установки в складі базової теплотехнологічної системи	395
11.5	Моделювання підсистеми термостабілізації реактора біогазової установки	397
12	ПРАКТИЧНІ АСПЕКТИ РОЗРАХУНКІВ СИСТЕМ БІОКОНВЕРСІЇ	409
12.1	Підсистема термостабілізації реактора біогазової установки ...	409
12.2	Підсистема забезпечення тепловою енергією біогазової установки в складі базової теплотехнологічної системи	412
12.3	Забезпечення енергетичних потреб присадибного господарства за допомогою системи біоконверсії	414
12.4	Математична модель використання енергії біомаси	416
13	ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ БІОГАЗОВОЇ СТАНЦІЇ	424
13.1	Загальні методи оцінки	424
13.2	Ефективність анаеробної переробки біомаси	429
13.3	Утилізація біогазу	436
	ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	443
	ДОДАТОК А	476