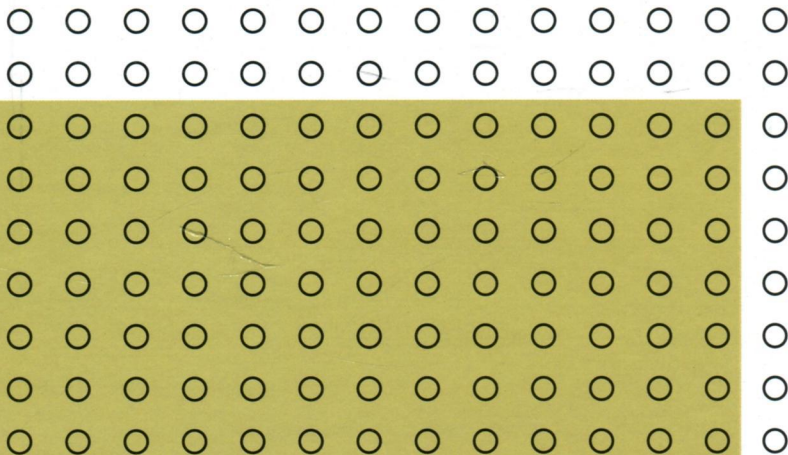


А. В. Переславцев
С. А. Вошинин
А. В. Артемов

ПЛАЗМЕННАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ



А. В. Переславцев, С. А. Вошинин, А. В. Артемов

ПЛАЗМЕННАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ

Монография

Под общей редакцией А. В. Переславцева

Москва Вологда
«Инфра-Инженерия»
2023

УДК 628.477
ББК 30.69
П27

Рецензент:

кандидат химических наук, старший научный сотрудник химического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова
Крутяков Юрий Андреевич

Переславцев, А. В.

П27 Плазменная переработка отходов : монография / А. В. Переславцев, С. А. Вошинин, А. В. Артемов ; под общ. ред. А. В. Переславцева. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 436 с. : ил., табл.
ISBN 978-5-9729-1506-4

Приводится морфологический и элементный состав различных видов отходов, приведена классификация отходов по классам опасности. Описаны технологические процессы переработки твёрдых отходов: бытовых, промышленных, опасных, в том числе радиоактивных. Приведены примеры заводов и установок плазменной переработки отходов. Описаны экологические аспекты установок плазменной переработки радиоактивных отходов в сравнении с хранением отходов на площадках хранения. Даны примеры экономических показателей и сроков окупаемости различных проектов заводов плазменной переработки отходов в зависимости от конфигурации и состава перерабатываемых отходов.

Для специалистов, работающих в области технологии плазменной переработки отходов, специалистов, интересующихся разработкой оборудования для плазменной переработки отходов, а также физическими и химическими процессами, имеющими место при эксплуатации оборудования.

УДК 628.477
ББК 30.69

ISBN 978-5-9729-1506-4

© Переславцев А. В., Вошинин С. А., Артемов А. В., 2023
© Издательство «Инфра-Инженерия», 2023
© Оформление. Издательство «Инфра-Инженерия», 2023

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ. КЛАССИФИКАЦИЯ	7
1.1. Немного истории вопроса	7
1.2. Общая характеристика современных отходов производства и потребления. Классы опасности	9
1.3. Свойства твёрдых бытовых отходов. Физические свойства	16
1.4. Свойства твёрдых бытовых отходов. Санитарно-бактериологические свойства отходов	19
1.5. Источники образования отходов	21
2. ТЕРМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ	25
2.1. Переработка отходов на основе сжигания	25
2.2. Плазменная технология переработки твердых отходов	43
3. ТЕХНОЛОГИИ ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ	54
3.1. Плазменная переработка твёрдых отходов. Российские проекты	54
3.2. Плазменная переработка опасных отходов	61
3.3. Перспективы реализации метода плазменной переработки твердых радиоактивных отходов в России. Комплекс плазменной переработки радиоактивных отходов НВАЭС	90
4. ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ УСТАНОВОК ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ	99
4.1. Плазмотроны с системами электропитания	99
4.1.1. Электродуговые плазмотроны	99
4.1.2. Дуговой разряд в канале плазмотрона	113
4.1.3. Физические процессы на катоде электродугового плазмотрона постоянного тока	125
4.1.4. Высокочастотный плазмотрон для переработки отходов	137
4.2. Плазменные конвертеры (плазменные печи)	149
4.3. Системы дожигания отходящих газов	171
4.4. Котлы охладители (котлы-утилизаторы)	176
4.5. Системы газоочистки	181
4.5.1. Состав отходящих газов	181
4.5.2. Обеспыливание отходящих газов	184
4.5.3. Очистка отходящих газов от оксидов серы, HCl и HF	184
4.5.3.1. Влажный способ газоочистки (промывка)	184
4.5.3.2. Полувлажный способ газоочистки	187
4.5.3.3. Смешанный способ газоочистки	188
4.5.4. Очистка отходящих газов от оксидов азота	189
4.5.4.1. Свойства оксидов азота	189
4.5.4.2. Образование оксидов азота	190
4.5.4.3. Некаталитическое восстановление оксидов азота	191
4.5.4.4. Каталитическое восстановление оксидов азота	193

4.5.4.5. Низкотемпературная каталитическая очистка на активированном угле	195
4.5.4.6. Анализ технологий очистки от оксидов азота	196
4.5.5. Очистка отходящих газов от тяжёлых металлов	196
4.5.6. Анализ оборудования систем газоочистки	197
4.5.7. Очистка газов плазмохимической переработки отходов от диоксида углерода	199
4.5.7.1. Абсорбционная очистка водой	199
4.5.7.2. Поглощение растворами этаноламинов.....	201
4.5.7.3. Абсорбционная очистка холодным метанолом	203
5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ	207
6. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЁРДЫХ ОТХОДОВ	220
6.1. Техничко-экономические показатели работы высокотемпературного плазменного конвертера для утилизации отходов производства и потребления	220
6.2. Плазменная переработка нефтесодержащих отходов	233
6.3. Плазменная переработка стеклосодержащих отходов	242
6.4. Плазменная переработка иловых отходов	244
6.5. Плазменная переработка отходов байкальского целлюлозно-бумажного комбината	251
6.6. Плазменная переработка медицинских отходов	255
7. ПЕРСПЕКТИВЫ ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ	262
7.1. Использование продуктов плазменной переработки отходов.....	262
7.1.1. Базальтоподобный шлак	262
7.1.2. Водород	272
7.1.3. Получение синтетического моторного топлива.....	283
7.2. Производство микроводорослей и продуктов их переработки	297
7.2.1. Производство биодизеля, биомассы и глицеринов в плазменном комплексе, совмещённом с алгаблоком.....	301
7.2.2. Возможные пути переработки глицерина	315
7.2.2.1. Получение триацетина этерификацией глицерина уксусной кислотой	315
7.2.2.2. Получение пропиленгликоля из глицерина	326
7.2.2.3. Получение других продуктов из глицерина	332
7.2.3. Агро-Промышленно-Коммунальный Кластер (АПКК) и основные этапы предпроектного анализа	333
7.3. Генерация электроэнергии	336
7.3.1. Газотурбинные установки (ГТУ).....	338
7.3.2. Паротурбинные установки	343
7.3.3. Машины на основе циклов Ренкина (ORC/SRC).....	345
7.3.4. Газопоршневые электростанции (ГПЭС)	348
8. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ ЗАВОДОВ И УСТАНОВОК ПЛАЗМЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ	363

8.1. Заводы плазменной переработки отходов производительностью 25–300 тыс. тонн отходов год	363
8.2. Мобильные и сборно-модульные установки плазменной переработки отходов	381
8.2.1. Математическое моделирование установок	382
8.2.2. Сборно-модульная установка плазменной переработки отходов производительностью 6250 т/год.....	385
8.2.3. Мобильная установка производительностью 1300 т/год.....	393
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	400
ПРИЛОЖЕНИЕ I	401
ПРИЛОЖЕНИЕ II. Плазменная переработка отходов в вопросах и ответах	403
А. Легенды и мифы о плазменной технологии	403
В. Три основных проблемы при эксплуатации оборудования для термической переработки, обезвреживания, уничтожения отходов.....	406
С. Вопросы по эксплуатации Комплексов, часто задаваемые в процессе проектирования, и ответы на них.....	417