

А.Н. ПЕРЕВЕЗЕНЦЕВ, М.Б. РОЗЕНКЕВИЧ

ТЕХНОЛОГИЯ ТРИТИЯ
для
ТЕРМОЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

*Под общей редакцией академика РАН
Н.Ф. Мясоедова*



долгопрудный
2019



Издание осуществлено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных Исследований по проекту № 18-18-00026, не подлежит продаже

А.Н. Перевезенцев, М.Б. Розенкевич

Технология трития для термоядерного реактора. Под общей редакцией академика РАН Н.Ф. Мясоедова: Монография / А.Н. Перевезенцев, М.Б. Розенкевич – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2019. – 336 с.

ISBN 978-5-91559-248-2

Реакция термоядерного синтеза, основанная на взаимодействии тяжёлых изотопов водорода - дейтерия и трития, в настоящее время выбрана для разработки первого поколения термоядерных реакторов. В задачу топливного цикла термоядерного реактора входят все операции: от хранения компонентов исходной топливной смеси до переработки возникающих при эксплуатации реактора газовых и водных отходов перед сбросом их в окружающую среду.

Настоящая монография обобщает многолетний опыт авторов в этой области. В ней подробно рассматриваются все элементы топливного цикла, включающие в себя методы хранения топливной исходной смеси и её подачи в реактор, химическую очистку отработавшей в плазменной камере газовой смеси, разделение изотопов водорода с целью возврата дейтерия и трития в топливный цикл, извлечения трития из компонентов плазменной камеры, защиты персонала, населения и окружающей среды от выбросов трития с использованием технологий детритизации газовых и/или водных отходов.

В заключительной части монографии рассматриваются вопросы моделирования систем разделения изотопов, очистки от трития газовых потоков, детритизации воды как в динамическом, так и в стационарном режимах их эксплуатации.

ISBN 978-5-91559-248-2

© 2018, А.Н. Перевезенцев, М.Б. Розенкевич

© 2019, ООО «Издательский Дом «Интеллект»,
оригинал-макет, оформление

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	5
Список обозначений	7
Введение	8
<i>Глава 1. Задачи топливного цикла ТЯР</i>	15
1.1. Требования к топливному циклу ТЯР и его функции	15
1.2. Системы и интерфейсы топливного цикла	29
1.3. Контроль распределения трития в ТЯР	36
1.4. Литература к главе 1	46
<i>Глава 2. Система хранения и подачи топлива</i>	48
2.1. Способы хранения изотопов водорода	48
2.2. Свойства гидридообразующих металлов	51
2.3. Устройства гидридных контейнеров	71
2.4. Системы хранения и подачи изотопов водорода	76
2.5. Литература к главе 2	85
<i>Глава 3. Система переработки непрореагировавшей плазмы</i>	86
3.1. Способы переработки	90
3.2. Системы переработки	108
3.3. Литература к главе 3	110
<i>Глава 4. Разделение изотопов водорода</i>	111
4.1. Кинетические и термодинамические характеристики процессов разделения изотопов водорода	111
4.1.1. Способы разделения и величины изотопных эффектов в них	111
4.1.2. Размерные характеристики процессов разделения ..	122
4.2. Разделение изотопов водорода при высокой концентрации трития в газовой смеси	130
4.2.1. Газовая хроматография	130
4.2.2. Противоточный процесс разделения в системе твёрдая фаза—водород	143
4.2.3. Криогенная ректификация водорода	148
4.3. Извлечение трития из воды	159
4.3.1. Термодинамика процессов изотопного обмена с участием воды	159



4.3.2. Типы гидрофобных катализаторов и упаковки колонн изотопного обмена водорода с водой.	163
4.3.3. Действующие установки, работающие по технологии химического изотопного обмена в системе вода—водород	168
4.4. Литература к главе 4.	185
Глава 5. Излечение трития из компонентов плазменной камеры.	190
5.1. Распределение трития в материалах плазменной камеры и её компонентов	191
5.2. Извлечение трития из компонентов плазменной камеры	202
5.3. Литература к главе 5.	224
Глава 6. Топливный цикл ТЯР — защита персонала, населения и окружающей среды.	226
6.1. Интегрированные тритиевые системы	233
6.2. Детритизация воздуха и газов	240
6.3. Каталитические реакторы	264
6.3.1. Влияние состава дымовых газов на режим работы каталитического реактора	269
6.3.2. Влияние свойств катализатора	274
6.4. Контроль количества и накопления трития в элементах ТЯР	283
6.5. Литература к главе 6.	294
Глава 7. Моделирование топливного цикла и систем безопасности.	296
7.1. Система детритизации атмосферы	305
7.2. Система детритизации воды	314
7.3. Система разделения изотопов	322
7.4. Литература к главе 7.	332
Заключение	334