

1) За счет чего происходит разделение смеси при термодиффузии?

Сущность явлений термодиффузии состоит в том, что наложение градиента температур на первоначально однородную смесь газов приводит к нарушению однородности ее состава, т.е. к частичному разделению смесей на компоненты. При этом газовая среда с более высокой температурой, как правило, обогащается легким компонентом, а в области с более низкой температурой – более тяжелым.

2) Каковы основные направления практического применения метода термодиффузии для решения современных задач, связанных с разделением изотопов?

1. Задача концентрирование радиоактивных изотопов водорода – трития из его высокообогащенных отходов стоит на предприятиях, производящих меченные тритием соединения медицинского назначения, а также в организациях, изучающих поведение трития в конструкционных материалах для атомной промышленности.

2. Очистка изотопа ^3He от ^4He . ^3He является редким изотопом и образуется при радиоактивном распаде трития и используется в медицине и ядерной технике. Создание установки ректификации гелия, работающей на уровне температур жидкого гелия нецелесообразно.

3. Изотоп ^{14}C также используется для синтеза медицинских радиофармпрепаратов. Изотопное концентрирование ^{14}C осуществляется центрифугированием углекислого газа, полученного термическим разложением карбоната бария. Однако, при такой схеме переработки возникает ряд технологических и организационных сложностей: низкая эффективность центрифужного метода при низкой концентрации ^{14}C в сырье, что приводит к увеличению количества центрифуг в каскаде и высокой задержке вещества в каскаде; необходимость перевозки радиоактивного материала. Поэтому представляет интерес промышленная реализация термодиффузионных колонн для концентрирования ^{14}C .

4. Изотоп ^{17}O представляет большой интерес для медицины, поскольку используется при томографии и, как ожидается, может существенно повысить точность диагностики онкологических заболеваний. Но в связи с низкой природной концентрацией (0.038%) и требуемой концентрацией не ниже 40%, ректификационные методы не эффективны, поскольку стоимость сырья только для заполнения куба ректификационной колонны и формирования задержки на насадке для обогащения лишь до 10% уже становится колоссальной.

5. Концентрирование изотопа ^{22}Ne , использующегося при создании лазеров для гироскопов в авиационной промышленности. Потребность в целевой изотопной смеси $^{22}\text{Ne} + ^{20}\text{Ne}$ составляет для России несколько десятков литров в год. Создание сложной и дорогостоящей установки низкотемпературной ректификации неона для решения этой задачи неприемлемо.

3) Назвать основные достоинства термодиффузионного метода разделения.

Основными достоинствами термодиффузионного метода разделения является простота и низкая стоимость оборудования, высокая эффективность (малое значение высоты теоретической ступени разделения) и малая задержка вещества в разделительных установках.

4) Перечислить основные теории, с помощью которых описывается процесс термической диффузии в газовой среде.

Процесс термической диффузии в газовой среде можно описать с помощью различных теорий: классической молекулярно-кинетической, строгой молекулярно-кинетической, термодинамики необратимых процессов и др.

5) Как устроена термодиффузионная колонна?

Термодиффузионная колонна может представлять собой либо два коаксиальных цилиндра, внутренний нагревается, внешний охлаждается – концентрическая колонна, либо охлаждаемый цилиндр, по оси которого натянута нагреваемая проволока – проволочная колонна. Проволочная колонна позволяет использовать большие градиенты температур и более энергоэффективна, чем концентрическая. Принцип работы колонн основан на сочетании термодиффузии в горизонтальном направлении и перпендикулярной к ней тепловой конвекции.