

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА В МЕМБРАНОМ РЕАКТОРЕ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОЧИСТОГО ВОДОРОДА

Сидорук Кристина Николаевна
ФИЦ ПХФ и МХ РАН, лаборатория нефтехимических процессов ХТО

Аннотация

В XXI веке получение водорода высокой чистоты (99.999 об.%) – актуальная проблема для новых отраслей энергетики. Он рассматривается в качестве перспективного энергоносителя. Водород высокой чистоты требуется при использовании, например, в низкотемпературных топливных элементах, поскольку наличие даже небольшого количества примесей в сырье негативно сказывается на их работе, вплоть до выхода энергоустановки из строя [1].

Одной из разрабатываемых отечественных технологий получения синтез-газа и водорода является матричная конверсия углеводородных газов [1]. Данная технология относится к методу некаталитического парциального окисления и позволяет расширить пределы стабильной конверсии (горения) и конвертировать смеси с коэффициентом избытка окислителя до 0.3 [2] относительно стехиометрического количества. Это обеспечивает высокий выход продуктов парциального окисления – водорода и СО при протекании процесса в автотермическом режиме. Чтобы использовать полученный таким образом водород в качестве топлива в электрохимических источниках тока необходима его глубокая очистка [2]. Для повышения эффективности получения водорода высокой чистоты предлагается использовать паровой риформинг монооксида углерода без выделения его из продуктов матричной конверсии в мембранном реакторе.

Реакция паровой конверсии монооксида углерода является обратимым процессом, поэтому преимущество использования мембранных реакторов для их проведения состоит в возможности смещения равновесия в сторону продуктов реакции [3]. Важным преимуществом является возможность одновременной очистки водорода, который, проходя через селективную водородпроницаемую мембрану, достигает показателей чистоты, удовлетворяющих требования последующих потребителей, в том числе может использоваться для генерации энергии в низкотемпературных топливных элементах.

Целью данной работы является изучение реакции паровой конверсии монооксида углерода в мембранном реакторе для оптимизации условий проведения процесса и достижения максимального выхода водорода.

Для проведения процесса паровой конверсии монооксида углерода была разработана установка, представляющая собой экспериментальный лабораторный стенд. Проведен термодинамический анализ реакции паровой конверсии монооксида углерода при различных температурах и соотношениях пара к СО. В качестве исходного сырья использовались модельные смеси, имитирующие синтез-газ, получаемый в процессе матричной конверсии углеводородного газа с различным содержанием CH_4 и H_2 . На основании полученных результатов определено мольное соотношение реагентов, при котором образование свободного углерода составляет менее 0,001% масс. Обоснована целесообразность проведения реакции «водяного газа» в диапазоне температур от 500 до 1100 К, где ΔG становится положительной при 1100 К. Установлено, что содержание в исходной смеси примесей метана (до 10% об.) и водорода не оказывает существенного влияния на равновесный состав продуктов и представляется возможным к дальнейшему использованию в технологической цепочке парового риформинга синтез-газа.

В докладе будут представлены результаты расчеты термодинамического анализа и экспериментальные данные исследований процесса.

Номер госзадания FFSG-2024-0016

Публикации по теме

1. Сидорук К.Н., Седов И.В. // Перспективы использования низкотемпературных катализаторов в процессе паровой конверсии монооксида углерода с использованием мембранного реактора // Водород как основа низкоуглеродной экономики Конференция центра компетенций НТИ. – 2022. – № 1. – С. 13.

Литература

[1] Гридасов М.В., Киселева С.В., Нефедова Л.В., Попель О.С., Фрид С.Е. // Теплоэнергетика. Т.58. 2011. С. 38.

[2] Савченко В.И., Зимин Я.С., Никитин А.В., Седов И.В., Арутюнов В.С. // Журнал прикладной химии. 2022. Т. 95. № 8. С. 1045–1053.

[3] Фортов В.Е., Попель О.С. // Энергетика в современном мире. Долгопрудный: «Интеллект». 2011.