

## ДИФФУЗИОННОЙ ПЕРЕНОС ВОДОРОДА ЧЕРЕЗ МЕТАЛЛИЧЕСКУЮ КОМПОЗИЦИОННУЮ МЕМБРАНУ

Угрозов В.В.

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, департамент анализа данных, принятия решений и финансовых технологий, Россия 123995, Москва, ул. Щербаковская 38, E-mail: [vugr@rambler.ru](mailto:vugr@rambler.ru)

В настоящее время для получения водорода высокой степени чистоты активно развивается мембранный метод, использующий металлические мембраны обычно из палладия или их сплавов. Однако стоимость таких мембран достаточно высока. Поэтому ведутся интенсивные исследования по созданию многослойных композитных мембран на основе ванадия и ниобия, характеризующиеся более высокой проницаемостью по водороду и содержащим заметно меньшее количество палладия.

В данной работе в рамках решеточного газа в приближении Брегга - Вильямса исследован диффузионный перенос водорода через трехслойную металлическую мембрану. Получена система уравнений, описывающая указанный процесс с учетом парного взаимодействия атомов водорода в мембранных слоях. Полученные теоретические результаты были использованы при исследовании диффузионного переноса водорода через композитную мембрану Pd/V/Pd, состоящую из толстой пленки (~100мкм) из ванадия -V, поверхности которой покрыты тонкими слоями (~2мкм) палладия Pd. С помощью Mathcad-14 и полученной системы уравнений в работе проанализировано влияние ряда физико-химических характеристик системы - мембрана Pd/V/Pd и водород, на диффузионный перенос водорода через композитную мембрану.

Показано, что мембрана - Pd/V/Pd обладает более высокой проницаемостью по водороду, чем мембрана из чистого палладия той же толщины. Однако установлено, что при одинаковых и малых толщинах Pd в процессе проницаемости водорода при атмосферном давлении в силу его высокой растворимости в V возможно разрушение пленки из ванадия. Для устранения данной проблемы в ряде современных работ предлагается использовать сплавы ванадия, однако это может заметно снизить проницаемость водорода. В данной работе было предложено использовать несимметричную мембрану, у которой более толстая пленка Pd контактирует с водородом при атмосферном давлении, а более тонкая с более низким давлением. Путем математического моделирования было показано, что при увеличении толщины пленки Pd в 2 раза (до 4мкм) мембрана не теряет свою пластичность и производительность. Установлено, что парное взаимодействие между атомами водорода может оказывать заметное влияние на величину диффузионного потока водорода через композитную мембрану.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, гранты № 16-08-0064а.