

ДИФфуЗИОННО-КИНЕТИЧЕСКИЙ ПЕРЕНОС ГАЗА ЧЕРЕЗ КОМПОЗИЦИОННУЮ ПОЛИМЕРНУЮ МЕМБРАНУ

Угрозов В.В., Филиппов А. Н.¹

Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, департамент математики, Россия, 123995 Москва, ул. Щербаковская, 38, E-mail: vugr@rambler.ru

¹Губкинский университет, Ленинский проспект, 65 корп.1, Россия, Москва, 119991, E-mail: anatoly.filippov@gmail.com

Современные экспериментальные исследования новых композиционных мембран (КМ) с тонкими селективными полимерными слоями, наносимые на пористую подложку указывают на необходимость уточнения традиционных теоретических представлений о мембранном газопереносе через КМ.

Так в ходе анализа экспериментальных данных по переносу различных газов через КМ с тонкими полимерными слоями (толщиной <1 мкм), была обнаружена зависимость коэффициентов проницаемости этих газов от толщины селективного слоя. Данная зависимость не может быть предсказана в рамках одномерной диффузии, которая хорошо описывает многие эксперименты по газопереносу через различные КМ с селективным слоем толщиной >1 мкм.

В ряде работ было предположено, что указанная зависимость может быть обусловлена влиянием пористой структуры подложки на перенос, так как диффундирующие молекулы газа через селективный слой КМ преодолевают различные диффузионные расстояния, прежде чем попасть в поры подложки. Заметим, что обычно влиянием пористой структуры подложки пренебрегалось, поскольку ее проницаемость заметно выше, чем у селективного полимерного слоя КМ. В ряде работ было показано, что для описания газопереноса в рамках такого подхода должна быть использована компьютерная 3-х мерная диффузионная модель. Попытки найти аналитический способ описания переноса газа, пока не увенчались успехом.

Для описания газопроницаемости через КМ с учетом обнаруженной зависимости, нами предложен иной подход, который исходит из предположения о необходимости учета конечной скорости адсорбции газа на поверхностях селективного слоя, поскольку с уменьшением его толщины скорость диффузии убывает и может стать сопоставимой со скоростью адсорбции.

В рамках данного подхода была построена система одномерных уравнений, описывающих диффузионно-кинетический перенос газа через КМ. Получено аналитическое выражение проницаемости газа через КМ. Показано, что оно адекватно предсказывает наблюдаемую экспериментально зависимость газопроницаемости от толщины селективного слоя.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 20-08-00661_a).