

# МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОПРОНИЦАЕМОСТИ КОМПОЗИЦИОННОЙ МЕМБРАНЫ С УЧЕТОМ ВЯЗКОГО ТЕЧЕНИЯ

Угрозов В.В.<sup>1,2</sup>, Волков А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева, Российской академии наук,  
119991, г. Москва, Ленинский пр., 29.

<sup>2</sup>Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации, департамент  
анализа данных, принятия решений и финансовых технологий, 123995 Москва,  
ул.Щербаковская, 38 e-mail: vugr@rambler.ru

Для достижения высоких значений производительности и селективности в процессах газоразделения активно разрабатываются новые композиционные мембраны (КМ), состоящие из пористой подложки, на которую наносится полимерный материал (селективный слой). До недавнего времени, ввиду высокой проницаемости подложки, по сравнению с селективным слоем, полагалось, что проницаемость КМ определяется селективным слоем. Однако в последние годы в связи с созданием новых полимеров, с более высокими значениями газопроницаемости и методов нанесения их в виде нанометровых пленок на подложку, влияние особенностей газопереноса в подложке на проницаемость композиционной мембраны игнорировать стало невозможным.

Цель данной работы состоит в математическом моделировании газопереноса через двухслойную КМ с учетом вязкого течения газа в пористой подложке. В данной работе газоперенос через КМ описывается с помощью модели сопротивления (МС), в рамках которой газоперенос рассматривается, как течение электрического тока (газа) через цепь, состоящую из двух последовательно соединенных сопротивлений, моделирующих газопроницаемости слоев КМ. В рамках данной модели, впервые получено аналитическое выражение для потока газа через КМ с учетом вязкого течения газа через пористую подложку. Показано, что проницаемость КМ зависит от трех безразмерных параметров:  $R_s/R_k$ ;  $R_s/R_v$  и  $p_{out}/p_{in}$  (где  $R_s$  - сопротивление селективного слоя газопереносу,  $R_k$  и  $R_v$  - сопротивления пористой подложки кнудсеновскому и вязкому течениям соответственно),  $p_{in}$  - давление диффундирующего газа через мембрану (диффузанта),  $p_{out}$  - давление, протиффундировавшего через мембрану газа (пермеата). Математическое моделирование с помощью пакета Mathcad15 показало, что при  $R_s/R_k < 10$  влияние вязкого течения на проницаемость КМ становится заметным и возрастает с уменьшением  $R_v$ .

Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 18-19-00738).