

КЕРАМИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ МЕМБРАННЫХ ПРОЦЕССОВ СЕПАРАЦИИ И КОНЦЕНТРИРОВАНИЯ ЖИДКИХ И ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ

Ю.Г. Павлюкевич¹, Н.Н. Гундилович¹, Ю.А. Климош¹, О. Кизиниевич²

¹Белорусский государственный технологический университет

e-mail: pauliukevich@belstu.by

²Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса

e-mail: olga.kizinievic@vgtu.lt

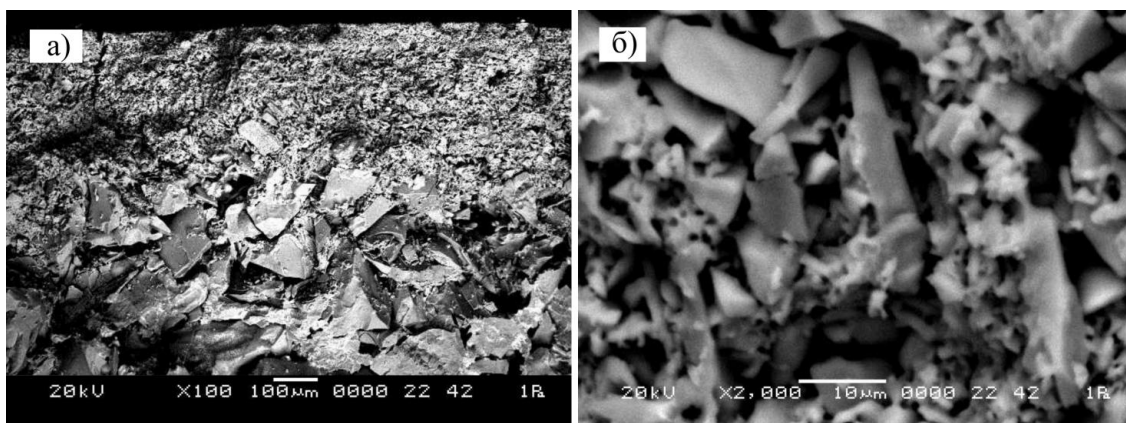
Мембранные процессы получили широкое распространение в современных промышленных технологиях. В пищевой промышленности мембраны применяются для концентрирования, очистки и фракционирования технологических растворов, жидких пищевых продуктов, подготовки варочной воды на пивоваренных заводах, при выработке фруктовых и овощных соков, концентрировании яичного белка, обогащения молока протеином, производства сыров, кисломолочных продуктов и творога, мороженого, стабилизации виноградных вин и др. В медицине мембраны применяются при получении препаратов крови, стерильных растворов (бактериофаг, селективные питательные среды) и др. Мембранные процессы активно используются для очистки воздуха, разделения газовых смесей, создания регулируемых газовых сред для хранения сельскохозяйственной продукции и др.

К микрофильтрующим мембранам в зависимости от области применения, предъявляются следующие требования: высокая химическая и термическая устойчивость, механическая прочность, проницаемость, биоинертность, селективность (0,1–10 мкм). Широкое распространение получили керамические мембраны на основе оксида алюминия и оксида кремния, которые обладают комплексом высоких физико-химических свойств.

Микрофильтрующие материалы вследствие малого размера пор обладают высоким гидравлическим сопротивлением, что негативно сказывается на проницаемости изделий. Решением рассмотренной проблемы является разработка новых высокоэффективных многослойных микрофильтрующих материалов. Многослойные пористые проницаемые материалы в отличие от традиционных однослойных обладают улучшенными транспортными свойствами, что позволяет повысить эффективность микрофльтрации.

Разработан состав и технология производства двухслойных мембран на основе кварцевой керамики для микрофльтрации жидких и газообразных продуктов. Кварцевая керамическая мембрана характеризуется высокими физико-химическими свойствами: коэффициент проницаемости – $7,44 \cdot 10^{-14} \text{ м}^2$; открытая пористость – 27,40–30,21 %; прочность при сжатии – 19,46 МПа.

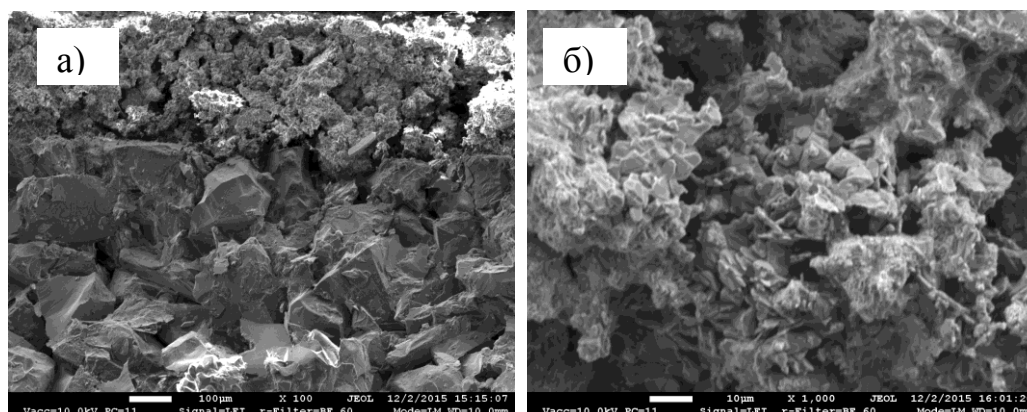
Микрофильтрующая кварцевая мембрана представлена двухслойным пористым материалом. Частицы кварцевого стекла имеют неправильную форму вследствие чего, образуют систему взаимосвязанных поровых каналов щелевидной формы, средний эквивалентный диаметр пор подложки 10–40 мкм. Средний эквивалентный диаметр порового канала мембранного слоя составляет 1–4 мкм (рисунок 1).



Увеличение: а – $\times 100$, б – $\times 2000$

Рисунок 1 – Двухслойная пористая микрофильтрующая мембрана, полученная на основе кварцевого стекла (содержание SiO_2 99,9 %)

Разработан состав и технология получения двухслойной высокоглиноземистой микрофильтрующей мембраны для микрофльтрации дисперсных систем. Высокоглиноземистая мембрана характеризуется открытой пористостью 38,9–42,4 %, коэффициентом проницаемости мембранного фильтра толщиной 6,15 мм – $(1,566\text{--}1,657) \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$, подложки толщиной 6,00 мм – $2,322 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2$ (рисунок 2).



а – при увеличении $\times 100$; б – $\times 1000$

Рисунок 2 – Структура двухслойной микрофильтрующей мембраны (а) и микрофильтрующего покрытия (б)

Структура высокоглиноземистой микрофильтрующей мембраны представлена двухслойным пористым проницаемым материалом. Каркас материала состоит из агломератов кристаллов пластинчатой формы, эквивалентный диаметр пор подложки 20–40 мкм. Мембранное покрытие характеризуется развитой сетью открытых сквозных пор щелевидной формы, средний эквивалентный диаметр которых составляет 1–10 мкм.

Работа была выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект № Т15ЛИТ-011) и Научного совета Литвы (проект № ТАР-LB-15/2015).