

Двухслойные пористые керамические материалы для микрофльтрации дисперсных систем

Ю.Г. Павлюкевич¹, Ю.А. Климош¹, Н.Н. Гундилович¹, Г. Скрипкиунас²,
О. Кизиниевич²

¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

²Вильнюсский технический университет имени Гедиминаса, г. Вильнюс
e-mail: pauliukevich@belstu.by, gintautas.skripkiunas@vilniustech.lt

The compositions and technological parameters of obtaining filtering corundum and quartz ceramic materials with functional membrane coatings obtained in the Al_2O_3 –ZnO, Al_2O_3 –Fe $_2$ O $_3$, Al_2O_3 –CuO and Al_2O_3 –MnO $_2$ systems were developed; the regularities of the process of formation of a layered porous permeable structure have been established in conjunction with the physicochemical properties, phase composition and performance characteristics of filter materials. Scientifically substantiated and experimentally confirmed the desirability of the use of polyphenylsiloxanes as a binder to obtain porous permeable corundum and quartz ceramics.

В современной промышленности одной из наиболее востребованных операций при разделении неоднородных систем является микрофльтрация, позволяющая отделять частицы размером 0,1–10 мкм. Использование процессов микрофльтрации в пищевой промышленности позволило проводить очистку либо концентрирование дисперсных систем без выпаривания или вымораживания, что привело к значительному снижению энергоемкости процессов обезвоживания, повысило качество и выход получаемых продуктов. Развитие и активное внедрение процессов микрофльтрации в пищевой, химической, нефтехимической и фармацевтической промышленности обусловило необходимость совершенствования существующих и создания новых фильтрующих материалов.

Выполнено комплексное исследование процессов формирования структуры и фазового состава пористых проницаемых материалов на основе корундовой и кварцевой керамики во взаимосвязи с физико-химическими свойствами при использовании в качестве связующего полифенилсилоксана с микрофилтующим слоем из частиц, полученных в результате термически инициируемого взаимодействия компонентов в системе нитрат металла – карбамид, что позволяет использовать разработанные составы и технологические режимы для изготовления микрофилтующих керамических изделий с заданными эксплуатационными характеристиками.

Установлены особенности энергоэффективного процесса получения высокодисперсных частиц для микрофилтующего слоя на основе композиций Al_2O_3 –ZnO, Al_2O_3 –Fe $_2$ O $_3$, Al_2O_3 –CuO и Al_2O_3 –MnO $_2$, содержащих 97,0–99,5 мол. % Al_2O_3 , заключающиеся в термически инициируемом взаимодействии компонентов в системе нитрат металла – карбамид, сопровождающемся образованием самовоспламеняющейся смеси газов (NH $_3$, HNCО, оксиды азота), что обеспечивает повышение температуры в реакционной зоне до 1300–1600 °С и последующее формирование пористых чешуйчатых агрегатов размером 2–8 мкм.

Установлено, что керамические порошки, полученные при термически инициируемом взаимодействии компонентов в системе нитрат металла – карбамид, являются агрегированными полидисперсными системами частиц, которые характеризуются угловатой пластинчатой формой с наличием криволинейных плоскостей и острых углов, что позволяет создавать на их основе корпускулярные пористые проницаемые тела с плоскощелевидной и клиновидной формой пор, обладающих лабиринтообразным сообщением в смежных поровых каналах, для использования в качестве микрофильтрующих материалов.

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена целесообразность применения полифенилсилоксана в качестве связующего при получении макропористых корундовых и кварцевых подложек, что обусловлено его высокими пластифицирующими свойствами, обеспечивающими прочную связь каркасообразующих частиц и формирование пространственной пористой структуры материала, а также интенсификацией процесса спекания за счет формирования в области контакта каркасообразующих частиц тонкодисперсного аморфного оксида кремния, обладающего повышенной реакционной способностью, что позволило обеспечить механическую прочность при сжатии 17–22 МПа.

Экспериментально подтверждено, что использование метода пленочного литья суспензии из структурированных тонкодисперсных керамических порошков позволяет сформировать однородные микрофильтрующие покрытия толщиной 30–50 мкм на поверхности пористых проницаемых керамических подложек, при этом глубина проникновения частиц мембранного слоя в поры подложек составляет 5–10 мкм, а поровая структура покрытия сформирована в виде развитой сети открытых каналобразующих макропор щелевидной формы, средний эквивалентный диаметр которых равен 1–4 мкм.

Разработаны составы и технологические параметры получения двухслойных пористых проницаемых керамических материалов на основе макропористых корундовых и кварцевых подложек в сочетании с микрофильтрующим мембранным слоем, обеспечивающие высокие физико-химические и эксплуатационные характеристики изделий. Полученные результаты подтверждены испытаниями изготовленных опытных образцов на предприятиях и в организациях Республики Беларусь.

Научные и прикладные результаты исследований могут быть использованы при производстве керамических фильтров для полифракционной или селективной очистки молока и молочных продуктов, обезжелезивания подземных вод, а также в тест-системах фракционирования субпопуляций опухолевых клеток человека.