



Мембранное разделение смесей веществ

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (МЕМБРАНОЛОГИЯ, МЕМБРАНИКА) - ЭТО АВАНГАРДНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗВИТИЯ НАУКИ И СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. МЕМБРАННЫЕ МЕТОДЫ РАЗДЕЛЕНИЯ ГАЗОВЫХ И ЖИДКИХ СРЕД УЖЕ ЗАНЯЛИ ПРОЧНОЕ МЕСТО СРЕДИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ, ХОТЯ ПОЛНОЕ СТАНОВЛЕНИЕ И ОТДАЧА МЕМБРАННОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ ОЖИДАЮТСЯ ПОЗЖЕ.


Сущность процесса мембранного разделения состоит в следующем. Разделяемая в аппарате исходная (газовая или жидкая, бинарная или многокомпонентная) смесь веществ соприкасается с полупроницаемой мембранной с одной ее стороны, и вследствие особых свойств мембраны прошедший через нее фильтрат (пермеат - Permeate) обогащается одним из компонентов исходной смеси. Разделение может быть настолько полным, что в фильтрате практически не содержатся примеси тех компонентов исходной смеси, которые задерживаются мембраной и отводятся из аппарата с другой стороны мембраны в виде потока концентрата (ретентата - Retentate). Мембранное разделение характеризуется прежде всего следующими главными параметрами всех мембран: проницаемостью, селективностью и стабильностью во времени. Проницаемость - это удельная производительность мембраны, равная количеству фильтрата (кг/ч), через единицу поверхности мембраны (m^2), или это скорость процесса мембранного разделения (кг/($m^2 \cdot ч$)). Селективность мембраны (фактор разделения) характеризует эффективность (полноту) процесса мембранного разделения по отношению к целевому (ключевому) компоненту. Среди существующих гипотез для описания массопереноса в мембранах используются диффузионная, капиллярная, сорбционная теории и др.



Мембраной называют пленку, плоское тело, протяженность которого по двум координатам значительно превышает протяженность по третьей координате. Мембрана исполняет роль некоторой перегородки, обеспечивающей под действием движущей силы протекание физического процесса селективного (избирательного) разделения смесей веществ. В настоящее время существует множество искусственно изготавливаемых мембран, которые могут быть представлены разнообразными структурами - от грубых типа сита до крайне тонких полимерных пленок и волокон. Они изготавливаются из различных как пористых, так и непористых органических (полимерные пленки, трубки, капилляры, полые волокна, плоские тонкие листы) и неорганических (цеолитные, углеродные, стеклянные, керамические, металлические) материалов. Это связано с тем, что универсальных мембран не существует.




Для изготовления полупроницаемых мембран применяют различные материалы: полимерные пленки (полиэтиленовые, полипропиленовые, поликар-бонатные, фторопластовые и др.); металлическую фольгу (из сплавов платины, палладия, серебра, молибдена и др.); пористые стекла (натрийборосили-катные) и др. Пористые полимерные мембраны получают обычно путем удаления растворителей или вымыванием предварительно введенных добавок из растворов полимеров при их формовании. Полученные таким способом мембраны имеют тонкий (0,25-0,50 мкм) поверхностный слой на микропористой подложке толщиной 100-200 мкм. Процесс мембранного разделения осуществляется в поверхностном активном слое, а подложка обеспечивает механическую прочность такой композитной мембраны.



Металлические пористые мембраны изготавливают выщелачиванием или возгонкой одного из компонентов сплава фольги. При этом получают высокопористые мембраны с порами одного диаметра в пределах 0,1-5,0 мкм. Другой способ получения пористых металлических мембран - спекание металлического мелкодисперсного порошка при высокой температуре. Пористые полимерные и металлические мембраны применяют для проведения процессов обратного осмоса и ультрафильтрации. Мембраны собираются в мембранные модули (системы); они могут быть полупроницаемыми для газов и жидкостей или непроницаемыми.



Фильтрация (Filtration) - гидромеханический процесс отделения твердых частиц из газов и жидкостей. Обычное фильтрование позволяет отделить от газа или жидкости взвешенные частицы размером более 10 мкм (0,01 мм). Для осуществления этого процесса используют перепад давления до и после фильтра до 0,2 МПа, при этом давление процесса лимитируется прочностью фильтра - пористого материала (ткани, волокна, плетеные металлические сетки из тонкой проволоки и т.п.). Фильтрация применяется в технологиях практически всех отраслей промышленности.



При микрофльтрации (Microfiltration) мембранные фильтры жидких растворов имеют меньшие размеры пор, чем при обычном фильтровании, и поэтому требуется большая разность давления (до 0,5 МПа). В этом случае удастся отделить из раствора частицы размером от 0,1 до 10 мкм при размере пор 0,05-10 мкм. В качестве фильтровального материала эффективно применяют мембраны на основе синтетических поликарбонатных пленок, обладающих равенством радиусов пор (изопористость). Микрофльтрация успешно применяется для получения стерильной воды (в этом случае дисперсные частицы задерживаются мембраной), для осветления и стабилизации вин, для замены пастеризации и др.