

Разработка состава и технологии получения пористых неметаллических материалов с использованием местного сырья

У.А. Зиямухамедова, С.Б. Абдукаримова, Р.К. Ташматов
Ташкентский государственный технический университет им. Ислама Каримова, г. Ташкент, Узбекистан

В данной статье показано состав и технология получения пористых неметаллических материалов с использованием местного сырья. Представлены условия работы и назначения керамических фильтров для воздушных компрессоров, приведён анализ разработанных керамических мембранных систем фильтрации и разделения жидкостей и газов, которые, прежде всего, востребованы в нефтегазовой отрасли.

Ключевые слова: мембранная система, очистка жидкостей, керамический фильтр, пневмосистема, конденсат

Важнейшими задачами, стоящими перед материаловедением сегодня, является создание новых материалов функционального назначения. Одним из категорий таких материалов является керамика, которая благодаря своей структуре и свойствам может использоваться в качестве фильтрующих материалов для очистки жидкостей и газов от содержащихся в них в виде мельчайших взвешенных частиц различных веществ. Отработка таких материалов зависит прогресс во многих областях промышленности.

Очистка жидкостей и газов от содержащихся в них в виде мельчайших взвешенных частиц различных веществ остается и в XXI веке для технологий одной из серьезных проблем. От её решения зависит прогресс во многих областях промышленности.

Разработаны керамические мембранные системы фильтрации и разделения жидкостей и газов, не уступающие мировым аналогом, оказались прежде всего востребованы в нефтегазовой отрасли. Важное достоинство керамических фильтров – способность регенерироваться. Агрегатные керамические фильтры разрабатывается под существующие корпуса и могут использоваться без их реконструкции. Эти устройства обеспечивают заданную тонкость очистки и хорошо восстанавливаются после продолжительной эксплуатации.

Очистка жидкостей и газов от различных примесей является неотъемлемым условием повышения надежности работы машин и аппаратов. В современных конструкциях самолетов, тракторов, тепловозов, компрессоров и других машин требуется тонкая очистка (5-10 мкм) применяемых топлив, масел и жидкостей гидросистем. В промышленности в качестве фильтрующих материалов применяют различные ткани, войлок, керамику, фарфор, стекло, а также сетчатые фильтры из различных материалов. Эти материалы имеют следующие недостатки: возможность засорения фильтрата материалом фильтра; незначительная механическую прочность; низкая коррозионная

стойкость; низкая термостойкость и жаропрочность; недопустимость большого перепада давления; невозможность и трудность регенерация фильтра.

Точное регулирование пористости керамических материалов позволяет использовать методы для получения новых видов изделий - керамических фильтров на основе оксида алюминия, которые в настоящее время широко применяются для фильтрации жидкостей и газов в различных отраслях народного хозяйства. Керамические пористо-проницаемые материалы (фильтры) обеспечивают тонкую очистку жидкостей и газов, благодаря извилистому расположению пор, имеют более высокую прочность по сравнению с другими фильтрующими и пористыми материалами, выдерживают резкие колебания температур, легко подвергаются механической обработке и сварке, обладают хорошей регенерирующей способностью. Весьма интересным материалом, сочетающим весь комплекс указанных свойств, а также имеющим широкое распространение, является корундовая керамика, которая представляет собой чистый оксид алюминия α - Al_2O_3 . Но известно, что корундовую керамику получают при высоких температурах спекания, поэтому снижение температуры изготовления высокопористой керамики, изготовленной на базе оксида алюминия, является задачей актуальной и перспективной.

Воздух, поступающий в пневмосистему от компрессора, часто содержит большое количество масла и влаги. Масло попадает в воздух от компрессора, который выбрасывает его при работе, а влага образуется из-за разницы температур окружающей среды и в компрессоре. Попадание влаги и масла с воздухом в пневмосистему нежелательно, так как масло, попадая на тормозные детали, замасливает их и приводит к ослаблению действий тормозов. Кроме того, пары масла и влаги конденсируются в трубопроводах пневмосистемы и при работе в условиях минусовых температур замерзают, создавая пробки для прохождения воздуха к тормозным аппаратам. Поэтому вопрос создания устройств, позволяющих отделять влагу и масло от воздуха, актуален не только для машин, эксплуатируемых в химической и нефтяной промышленности.

Рассмотрим простую конструкцию очистки от конденсата с керамическим фильтром (рис. 1), которая состоит из основы 1, керамического фильтра 2, корпуса 3, заслонка 4, прикрепление 5, болт для слива конденсата 6 .

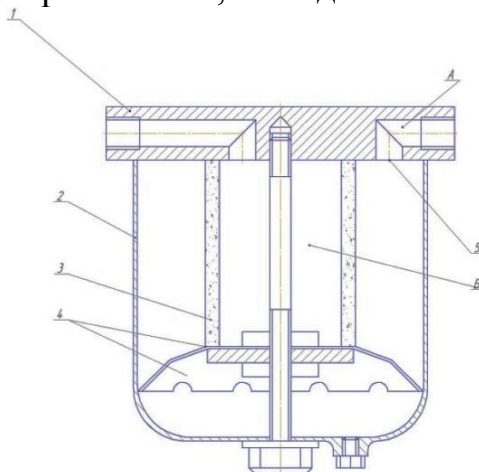


Рисунок 1 - Очистка от конденсата: 1 - основание; 2 - корпус; 3 - фильтрующий керамический элемент; 4 - конус отражателя; 5 - втулка

Сжатый воздух от компрессора поступает в полость А и, пройдя через щелевое отверстие втулки 5, попадает в керамический элемент 3, разделяющий полости А и Б.

Масло и влага, задержанные керамическим элементом, должны стекать в нижнюю часть корпуса. Конденсат удаляется через резьбовое отверстие, закрытое пробкой.

В процессе работы маслоуловителя обычно определяют величину потери производительности, перепад давления на фильтре и количество отделяемых влаги и масла.

При работе компрессоров температура воздуха может нагреваться до 300-350° С. По этому помимо фильтрующих свойств керамический фильтр должен обладать коррозионной стойкостью[1].

Под конструкцией керамического фильтра понимают формы и размеры а также структурные характеристики керамического материала. Керамический фильтр для воздушного компрессора представляет собой цилиндр с диаметром 360 мм, высота 280 мм и толщиной стенки 10 мм.

На рисунке 2 показана изометрия керамического фильтра изготовленного на основе оксида алюминия и каолина. На концах цилиндра имеется выточка и уступ для взаимной сборки керамических элементов из 4 штук.

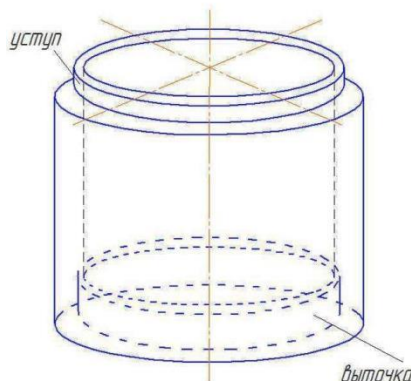


Рисунок 2 - Изометрия керамического фильтра воздушного компрессора.

Общая высота керамического фильтра после сборки составляет 885 мм. Собранные керамические фильтры устанавливаются в вертикальном положении на фильтр установку в количестве 3 шт., общая площадь фильтра составляет 3,80 м².

Пористые керамические материалы характеризуются рядом параметров, совокупность которых дает полное представление о свойствах пористого материала [2].

К этим параметрам относятся: пористость, ее распределение по объему материала; вид пористости (открытая, закрытая, полуоткрытая или тупиковая); форма и коэффициент извилистости пор; распределение пор по размерам (средние и максимальные размеры пор); удельная поверхность пор; состояние поверхности пор; проницаемость и распределение проницаемости по площади фильтрации пористого материала; вязкостный и инерционный коэффициенты; физико-механические свойства пористого материала [3].

Пористостью Π называется отношение объема V_n пустот в материале к его полному объему V . Пористость определяют по одной из формул

$$\Pi = V_n / V; \quad (1)$$

$$\Pi = (m_n - m) / (\rho_{жс} V). \quad (2)$$

Если известны объем и масса пористого тела, а также плотность компактного материала, то пористость материала определяют по формуле

$$\Pi = (1 - \rho_v / \rho_t) * 100\% \quad (3)$$

ρ_t - истинная плотность материала образца, кг/м³

ρ_v - m/V , где:

m - масса образца с порами, кг

V - объём образца с порами, м³

Поры в керамических материалах разделяют на три вида (рис. 3): открытые (пористость Π_o), тупиковые (пористость Π_T) и закрытые (пористость Π_3). Общая пористость тела складывается из этих трех видов пористости:

$$\Pi = \Pi_o + \Pi_T + \Pi_3 \quad (4)$$

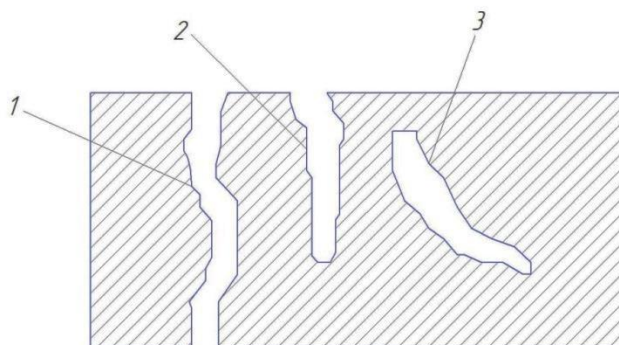


Рисунок 3 - Виды пор:

1-открытые; 2-тупиковые; 3-закрытые.

На основе проведённых исследований нами предлагается технология получения фильтров на основе оксида алюминия и каолина[4,5].

Предварительно подготовленные порошки оксида алюминия и каолина в соотношении 10:1 смешиваются в шаровой мельнице. После стадии смешивания готовая порошковая масса проходит процесс прессования в пресформах. Сформированные фильтры проходят сушку при температуре 400-800 °С где последовательно идёт процесс структураобразования.

Следующим этапом технологии является – спекание. Процесс спекания ведётся при температуре 1200-1300 °С в течении 50 минут. Фильтры подвергают постепенному охлаждению до комнатной температуры на воздухе в течение 60 мин.

Технологическая схема производства представлена на рисунке 4.

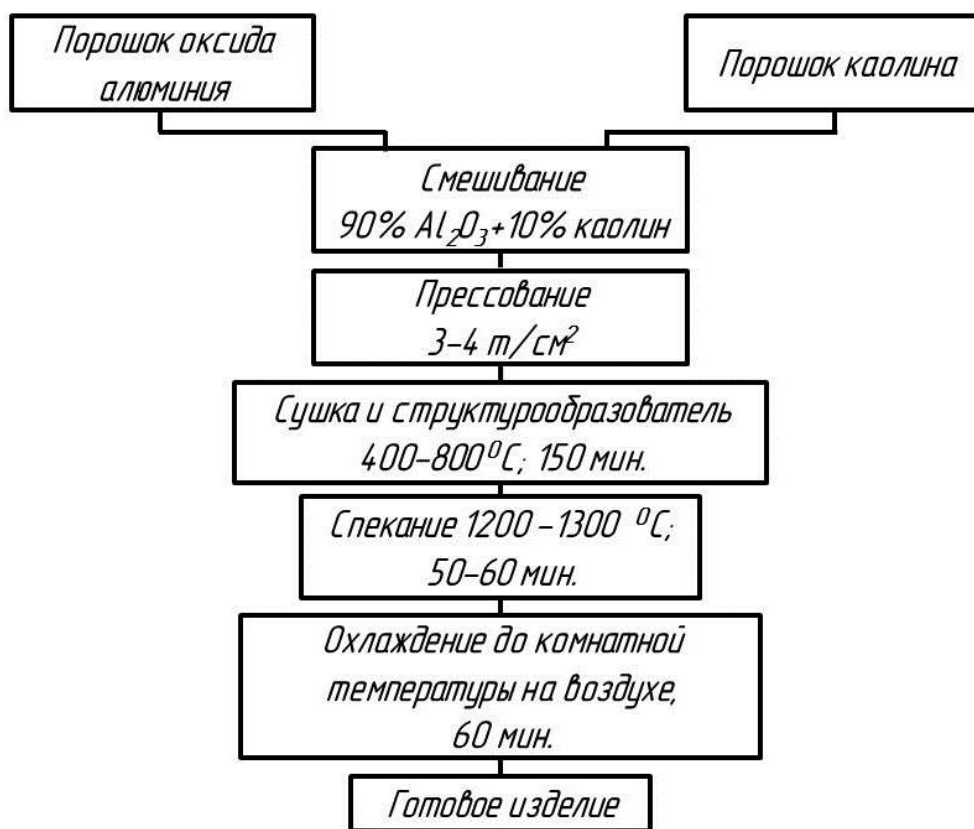


Рисунок4 -Технология получение пористых керамических материалов с использованием местного сырья

В данной статье были изучены материалы используемые в качестве керамических фильтров для газо-воздушных средств.

На основе анализа разработан состав для получения пористого керамического фильтра для очистки газа. Разработана технология получения фильтров на основе оксида алюминия с частичной заменой её на местное сырьё-каолин. Были определены форма и размеры керамического фильтра, структурные характеристики керамического фильтра для воздушного компрессора. Пористые керамические материалы характеризуются рядом параметров, совокупность которых дает полное представление о свойствах пористого материала.

В определении при общей пористости материала более 20% практически тупиковой и закрытой пористости в нем не было. Следовательно, для рассматриваемых материалов практически всегда открытая пористость и составляет общую его пористость. Пористость керамических фильтров образцов определяли по методу пропитки пористого материала и рассчитывали пористость образца. Этот метод предполагает полное заполнение всех пор смачивающей жидкостью. Форма пор сложна и зависит от формы и размеров частиц, давлений прессования, режимов спекания.

Было рассмотрено размеры пор и определено что от размера пор зависит как фильтрующая способность, так и гидравлическое сопротивление пористо-проницаемого материала [6]. Метод вытеснения жидкости применялся для

определения размеров пор от 1 до 250 мкм. Нижний предел соответствует ограничению давления газа под образцом (не выше 3..4 Мпа), а верхний предел - невозможности заполнения пор жидкостью, так как капиллярные силы, удерживающие жидкость в порах, становятся сравнимыми с силами тяжести.

Библиографический список

1. Зиямухамедова У.А. и др. Повышение износо-коррозионностойкости промышленных трубопроводов с использованием местных сырьевых ресурсов // «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение». Ташкент-2010, С.85-87.

2. Аверин, И. А. Формирование и исследование пористых оксидных пленок на алюминии / И. А. Аверин, И. А. Губич, Р. М. Печерская // Нано- и микросистемная техника. – 2012. – № 6. – С. 11–14.

3. Скороход В. В. Физико-механические свойства пористых материалов.- В кн.: Порошковая металлургия 2007. Киев: Наук, думка, 2007.-е. с. 120-129.

4. Зиямухамедова У.А. и др. Обогащение ангреноского каолина с целью повышения его качественных показателей // Сб. тр междунар конфер «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение». Ташкент-2010, С.27-29.

5. Зиямухамедова У.А. и др. Защитный слой на основе местных природных ресурсов для катализаторов гидрогенизационных процессов // Сб. тр междунар конфер «Композиционные материалы на основе техногенных отходов и местного сырья: состав, свойства и применение». Ташкент-2010, С.217-218.

6. Grateau L., Lob N., Parlier M. Microstructural studies of ceramic composites obtained by chemical vapour phase infiltration // Sci. Ceram.- 2003.- Vol. 14-P. 885-889.