ОСОБЕННОСТИ КОЛЛОИДНОГО МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ MgO

مميزات الطريقة الغروانية للحصول على المواد المركبة المعتمدة على أكسيد المغنيسيوم

Салах Мохамед Эльсйед Эльшербини
аспирант
ГГТУ им. П.О.Суого

صلاح محمد السيد الشربيني
طالب دكتوراه بجامعة سخوي الحكومية التقنية

Аннотация: *В исследовании изучены композиты на основе оксида магния, их структура и морфология, что позволяет применять их для фильтрации загрязненной воды. Анализ СЭМ-изображений показал, что оксид цинка модифицирует ксерогель, создавая покрытие на глобулах MgO. Результаты подтверждают, что низкая концентрация легированных наночастиц металлов улучшает абсорбционные способности образцов.*

Ключевые слова: *Оксид магния, Композиты, Фильтрация, Абсорбция, Наночастицы.*

الخلاصة : تناولت الدراسة دراسة المركبات القائمة على أكسيد المغنيسيوم، وبنيتها وشكلها، مما يسمح باستخدامها في تصفية المياه الملوثة. وأظهر تحليل صور المجهر الإلكتروني الماسح أن أكسيد الزنك عدّل الهلام الجاف، مما أدى إلى إنشاء طبقة على كريات أكسيد المغنيسيوم. وتؤكد النتائج أن التركيز المنخفض من جسيمات النانو المعدنية المخدرة يحسن خصائص الامتصاص للعينات.

الكلمات المفتاحية : أكسيد المغنيسيوم، المركبات، الترشيح، الامتصاص، الجسيمات النانوية.

Научный руководитель
المشرف العلمي

Андрей Андреевич Бойко
д.т.н., профессор проректор по научной работе
ГГТУ им. П.О. Сухого

أ.د. أندريه اندريوفتش بويكا
برفسور، نائب رئيس جامعة سخوي الحكومية التقنية للشؤون البحثية

Введение

Современные вызовы загрязнения водных ресурсов требуют разработки эффективных технологий очистки, особенно от нефтепродуктов. Керамические материалы с высокими фильтрационными свойствами представляют собой перспективное направление исследований. В данной работе рассматриваются ключевые показатели, влияющие на эффективность фильтрации, а также стратегические подходы к созданию оптимальных керамических фильтров. Особое внимание уделяется пористости и геометрии материалов, что критически важно для достижения высоких показателей очистки.

المقدمة

تتطلب التحديات الحديثة المتمثلة في تلوث المياه تطوير تقنيات فعالة لتنقية المياه، وخاصة من المنتجات النفطية. تمثل المواد السيراميكية ذات خصائص الترشيح العالية مجالًا واعدًا للبحث. تبحث هذه الورقة في مؤشرات الأداء الرئيسية التي تؤثر على كفاءة الترشيح والنهج الاستراتيجية لتصميم المرشحات الخزفية المثالية. يتم إيلاء اهتمام خاص لمسامية المواد وهندستها، وهو أمر بالغ الأهمية لتحقيق أداء تنظيف عالي.

Результаты и обсуждение

Современные исследования сосредоточены на разработке керамических материалов, способных эффективно фильтровать воду, загрязненную нефтепродуктами. Ключевым показателем фильтрационных свойств таких материалов является объем отфильтрованной дисперсионной среды за определенное время. Для достижения оптимальных характеристик необходимо создавать керамику с пористой структурой, что способствует задержанию и удалению нефтепродуктов.

В данном исследовании были разработаны технологические этапы получения керамических композиционных матриц на основе оксида магния с добавлением наночастиц оксидов металлов для оценки их сорбционных свойств [1]. Синтезированные таблетки диаметром 12,5 мм и толщиной от 3 до 10 мм были получены путем диспергирования оксида магния в воде с добавлением нитрата цинка. Гелирование происходило в открытых формах, что обеспечивало равномерное распределение компонентов [2].

Сушка в термошкафу при 80 ºС и последующая термообработка при 700 ºС способствовали формированию стабильных ксерогельных заготовок. Эти заготовки были измельчены в высокодисперсные микропорошки, что критически важно для улучшения сорбционных свойств конечных образцов. Прессование микропорошков позволило получить образцы для исследования их сорбционных характеристик.

النتائج والمناقشة

تركز الأبحاث الحالية على تطوير المواد السيراميكية التي يمكنها تصفية المياه الملوثة بمنتجات البترول بشكل فعال. المؤشر الرئيسي لخصائص الترشيح لهذه المواد هو حجم وسط التشتت المفلتر على مدى فترة زمنية معينة. لتحقيق الأداء الأمثل، من الضروري إنشاء سيراميك ذو بنية مسامية، مما يساعد على الاحتفاظ بالمنتجات البترولية وإزالتها.

في هذه الدراسة تم تطوير المراحل التكنولوجية للحصول على مصفوفات مركبة سيراميكية تعتمد على أكسيد المغنيسيوم مع إضافة جسيمات نانوية من أكسيد المعدن لتقييم خصائص الامتصاص الخاصة بها [1]. تم الحصول على الأقراص المصنعة بقطر 12.5 ملم وسمك 3 إلى 10 ملم عن طريق تشتيت أكسيد المغنيسيوم في الماء مع إضافة نترات الزنك. وقد حدث التجلط في أشكال مفتوحة، مما ضمن التوزيع الموحد للمكونات [2].

ساهم التجفيف في فرن عند درجة حرارة 80 درجة مئوية والمعالجة الحرارية اللاحقة عند درجة حرارة 700 درجة مئوية في تكوين أشكال هلامية جافة مستقرة. تم طحن هذه الفراغات إلى مساحيق دقيقة شديدة التشتت، وهو أمر بالغ الأهمية لتحسين خصائص الامتصاص للعينات النهائية. أتاح الضغط على المساحيق الدقيقة الحصول على عينات لدراسة خصائص الامتصاص الخاصة بها.

a *b*

Рис. 1. а-СЭМ изображение состава MgO:ZnO при T=700 С., б- Изучение изменения массы таблеток состав MgO:ZnO, приготовленных с различной концентрацией, в зависимости от впитывающей способности нефтяных материалов

الشكل 1. أ. صورة مجهر المسح الإلكتروني لتركيبة MgO:ZnO عند درجة حرارة 700 درجة مئوية، ب- دراسة التغير في كتلة أقراص تركيبة MgO:ZnO المحضرة بتركيزات مختلفة، اعتمادًا على قدرة امتصاص المواد البترولية

С использованием метода сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) были изучены морфология и внутренняя структура синтезированных ксерогелей. Обнаружено, что оксид иттрия модифицирует структуру ксерогеля, образуя покрытие на поверхности глобул MgO. Размеры агломератов оксида цинка варьировались от 39,7 до 194 нм, что свидетельствует о высокой степени дисперсии [3].

Анализ сорбционных свойств образцов показал, что таблетки, подготовленные с различными концентрациями оксида цинка, демонстрируют значительную эффективность в поглощении нефтепродуктов, таких как сырая нефть и машинное масло. Образцы находились в контакте с загрязняющими веществами в течение 24 часов, что подтвердило их высокие сорбционные характеристики и потенциал для применения в технологиях очистки воды[4-5].

تمت دراسة مورفولوجيا والبنية الداخلية للهلاميات الجافة المصنعة باستخدام المجهر الإلكتروني الماسح (SEM). وقد وجد أن أكسيد الإيتريوم يعدل بنية الهلام الجاف، ويشكل طبقة على سطح كريات MgO. تراوحت أحجام تكتلات أكسيد الزنك من 39.7 إلى 194 نانومتر، مما يشير إلى درجة عالية من التشتت [3].

وأظهر تحليل خصائص الامتصاص للعينات أن الأقراص المحضرة بتركيزات مختلفة من أكسيد الزنك أظهرت كفاءة كبيرة في امتصاص المنتجات البترولية مثل النفط الخام وزيت الماكينات. وظلت العينات على اتصال بالملوثات لمدة 24 ساعة، وهو ما أكد خصائص الامتصاص العالية لديها وإمكانية استخدامها في تقنيات تنقية المياه[4-5].

Заключение

Полученные результаты показывают, что образцы с низкой концентрацией легированных наночастиц металлов обладают лучшими абсорбционными свойствами, чем образцы с высокой концентрацией, которая, хотя и увеличивает прочность таблеток, снижает их эффективность. Также высокая температура термообработки негативно влияет на абсорбцию. Исследование подтверждает возможность применения высокодисперсных микропорошков для точной дозировки веществ. Эффективные сорбционные характеристики ксерогелей делают их перспективными материалами для разработки сорбентов для нефтепродуктов.

الخاتمة

وأظهرت النتائج المتحصل عليها أن العينات ذات التركيز المنخفض من جسيمات النانو المعدنية المخدرة لها خصائص امتصاص أفضل من العينات ذات التركيز العالي، الأمر الذي على الرغم من زيادة قوة الأقراص، إلا أنه يقلل من كفاءتها. كما أن درجات الحرارة العالية للمعالجة الحرارية لها تأثير سلبي على الامتصاص. وتؤكد الدراسة إمكانية استخدام مساحيق دقيقة عالية الانتشار لتحديد الجرعات الدقيقة للمواد. إن خصائص الامتصاص الفعالة للهلاميات الجافة تجعلها مواد واعدة لتطوير المواد الماصة للمنتجات البترولية.

Literature المراجع والمصادر

1. Development of composite materials based on MgO using sol-gel technology / S. M. E. Elsherbini, M. F. S. H. Al-Kamali, A. A. Boika [et al.] // Al-Andalus Journal of Applied Sciences. – 2024. – Vol. 11, № 20. – P. 39–60.
2. Аль-Камали, М. Ф. С. Х. Композиционные материалы на основе оксида магния для сорбции нефтепродуктов, полученные золь-гель методом / М. Ф. С. Х. Аль-Камали, А. А. Бойко, С. М. Э. Эльшербини // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого: научно-практический журнал. – 2023. – № 3.— С. 28-35
3. Development of SiO_2:GeO_2(Ge°) ceramic nanocomposites via sol-gel synthesis for thin-film applications in solar panel manufacturing / M. F. S. H. Al-Kamali, A. A. Boika, Y. T. A. AL-Ademi [et al.] // Al-Andalus Journal of Applied Sciences. – 2024. – Vol. 11, № 20. – P. 17–38.
4. Аль-Камали, М. Ф. С. Х. Разработка сложных композиционных материалов на основе MgO, получаемых коллоидным методом / М. Ф. С. Х. Аль-Камали, А. А. Бойко, С. М. Э. Эльшербини // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2025. – № 1. – С. 40–47.
5. Эльшербини, С. М. Э. Разработка композиционных материалов на основе MgO с использованием золь-гель технологии / С. М. Э. Эльшербини ; науч. рук. : М. Ф. С. Х. Аль-Камали, А. А. Бойко [Электронный ресурс] // МИТРо 2024 – Машиностроение. Инновации. Технологии. Робототехника : материалы докл. науч.-техн. конф. студентов, магистрантов и аспирантов, Гомель, 6 дек. 2024 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2024. – С. 242–243.