СОРБЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ НАНОКОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ SiO_2-КСЕРОГЕЛЕЙ И ФОРМИРОВАНИЕ В ИХ СТРУКТУРЕ НАНОЧАСТИЦ ВОССТАНОВЛЕННОЙ МЕДИ

قدرة الامتصاص للمركبات النانوية القائمة على هلاميات ثاني أكسيد السيليكون الجافة وتكوين جسيمات نانوية نحاسية مخفضة في بنيتها

Марван Фархан Саиф Хассан Аль-Камали
к.т.н., доц. каф. «Промышленная электроника» ГГТУ им. П.О. Сухого

د. م. مروان فرحان سيف الكمالي
أستاذ مشارك في قسم الإلكترونيات الصناعية بجامعة سخوي الحكومية التقنية

Аннотация: *В данной работе исследуется синтез композиций SiO_2:Al_2O_3:CuO(Cu°) методом золь-гель с добавлением нитратов. Полученные материалы демонстрируют высокую каталитическую активность и стабильность структуры. Анализ показал адсорбционные свойства и устойчивость композитов при хранении. Результаты подтверждают их потенциал в биомедицинских приложениях и ионном распылении.*

Ключевые слова: *золь-гель, нанокомпозиты, каталитическая активность, адсорбция, биомедицина.*

الخلاصة : في هذا العمل، تم دراسة تركيب SiO_2:Al_2O_3:CuO (Cu°) بطريقة السول-جيل مع إضافة النترات. تظهر المواد التي تم الحصول عليها نشاطًا تحفيزيًا عاليًا واستقرارًا هيكليًا. وأظهر التحليل خصائص الامتزاز واستقرار المواد المركبة أثناء التخزين. وتؤكد النتائج إمكاناتها في التطبيقات الطبية الحيوية والرش الأيوني.

الكلمات المفتاحية : السول-جل، النانو مركبات، النشاط التحفيزي، الامتزاز، الطب الحيوي.

Введение

Исследование сорбционной способности нанокомпозитов на основе SiO_2-ксерогелей является актуальной темой в области материаловедения. Наночастицы восстановленной меди, формируемые в этих матрицах, имеют уникальные каталитические и сорбционные свойства. Исследования направлены на понимание взаимодействия между ксерогелями и наночастицами, а также на влияние различных факторов на их структуру и функциональность. Результаты могут открыть новые перспективы для применения таких материалов в фильтрации и других технологических процессах [1-3].

Результаты и обсуждение

В данной работе с применением золь-гель метода синтезированы композиции составы SiO_2:Al_2O_3:CuO(Cu°), в которые соли металлов, такие как нитрат меди и нитрат алюминия, вводились в золь на основе оксида кремния. Нитрат алюминия добавлялся отдельно в часть раствора с целью определения его влияния на процесс формирования структуры сухого геля и на его адсорбционную емкость. Затвердевание золь-гель коллоидных систем осуществлялось в пластиковых формах, открытых для воздуха, что обеспечивало естественное затвердевание. Полученный гель высушивался на воздухе в обычных условиях, время сушки составило одну неделю.

Для упрочнения структуры полученного сухого геля проводился дополнительный нагрев в атмосфере воздуха при температуре 800 °С в течение одного часа. На рисунке 1 представлены графики изменения массы сухих гелей в зависимости от условий их термообработки, а также их характеристик поглощения водяных паров при хранении на воздухе. Анализ показал, что изменение массы сухого геля, содержащего соединения меди различной концентрации, до и после отжига остается постоянным, что свидетельствует об однородной структуре матрицы и ее общей химической инертности.

При отжиге этих сухих гелей в атмосфере водорода наблюдалось увеличение содержания восстановленной меди в конечном продукте. Данные энергодисперсионного рентгеновского анализа подтвердили каталитически активный характер наночастиц меди и их нестабильность при обычных условиях хранения. Предполагается, что восстановленная медь связывает водяной пар из воздуха, что приводит к образованию сложных гидратных групп и возможным химическим реакциям с образованием гидроксидов меди, вызывая общее увеличение массы сухого геля. Этот эффект косвенно подтверждает высокую каталитическую активность образующихся композитов и их потенциал для применения в производстве порошков биомедицинского назначения, а также в изготовлении мишеней для ионного распыления.

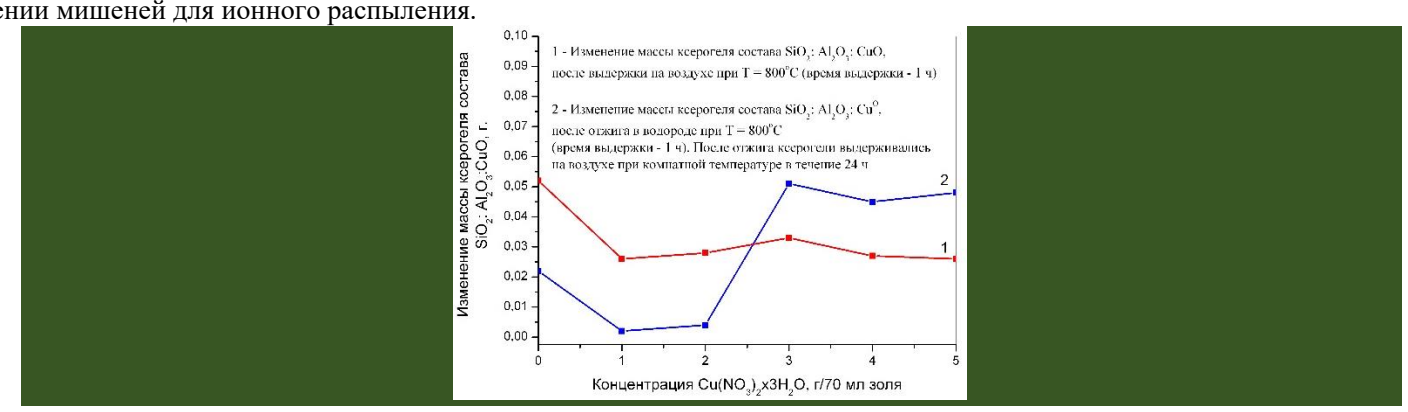

Рисунок 1 - Сравнительная диаграмма изменения массы ксерогелей состава SiO_2:$Al(NO_3)_3 \times 9H_2O$:$Cu(NO_3)_2 \times 3H_2O$, предварительно высушенных на воздухе (T=80ºC, t=4 ч), а затем отожженных при T=800 ºC в течение 1ч

الشكل 1 - رسم بياني مقارن للتغير في كتلة الهلام الجاف المكون من SiO_2:$Al(NO_3)_3 \times 9H_2O$:$Cu(NO_3)_2 \times 3H_2O$ ، المجفف مسبقاً في الهواء (درجة الحرارة = 80 درجة مئوية، درجة الحرارة = 4 ساعات) ثم تم تسخينه عند درجة حرارة = 800 درجة مئوية لمدة ساعة واحدة

Заключение

В результате работы был синтезирован SiO_2:Al_2O_3:CuO(Cu°) с высокой каталитической активностью, что подтверждает его потенциал для применения в биомедицине и ионном распылении. Структура композита демонстрирует стабильность и способность к адсорбции водяного пара.

المقدمة

إن دراسة قدرة الامتصاص للمركبات النانوية القائمة على هلاميات ثاني أكسيد السيليكون الجافة تشكل قضية الساعة في مجال علم المواد. تمتلك جسيمات النحاس النانوية المختزلة المتكونة في هذه المصفوفات خصائص تحفيزية وامتصاصية فريدة من نوعها. يهدف البحث إلى فهم التفاعلات بين الهلام الجاف والجسيمات النانوية، بالإضافة إلى تأثير العوامل المختلفة على بنيتها ووظائفها. ويمكن أن تفتح النتائج آفاقًا جديدة لاستخدام مثل هذه المواد في الترشيح وغيرها من العمليات التكنولوجية[1-3] .

النتائج والمناقشة

في هذا العمل، وباستخدام طريقة السول-جل، تم تصنيع تركيبات SiO_2:Al_2O_3:CuO(Cu°)، حيث تم إدخال أملاح معدنية مثل نترات النحاس ونترات الألومنيوم في سول يعتمد على أكسيد السيليكون. تم إضافة نترات الألومنيوم بشكل منفصل إلى جزء من المحلول من أجل تحديد تأثيرها على عملية تكوين بنية الهلام الجاف وعلى قدرتها على الامتصاص. تم إجراء تصلب أنظمة السول-جيل الغروية في قوالب بلاستيكية مفتوحة للهواء، مما يضمن التصلب الطبيعي. تم تجفيف الجل الناتج في الهواء في ظل ظروف طبيعية؛ مدة التجفيف كانت اسبوع واحد.

ولتعزيز بنية الهلام الجاف الناتج، تم إجراء تسخين إضافي في جو من الهواء عند درجة حرارة 800 درجة مئوية لمدة ساعة واحدة. يوضح الشكل 1 الرسوم البيانية للتغيرات في كتلة الهلاميات الجافة اعتمادًا على ظروف المعالجة الحرارية لها، بالإضافة إلى خصائص امتصاص بخار الماء أثناء التخزين في الهواء. وأظهر التحليل أن التغير في كتلة الهلام الجاف المحتوي على مركبات النحاس ذات التركيزات المختلفة قبل وبعد التلدين يبقى ثابتًا، مما يدل على بنية متجانسة للمصفوفة وخمولها الكيميائي العام.

عندما تم تسخين هذه الهلاميات الجافة في جو من الهيدروجين، لوحظت زيادة في محتوى النحاس المنخفض في المنتج النهائي. وقد أكدت بيانات تحليل الأشعة السينية المشتتة للطاقة الطبيعة النشطة تحفيزيًا لجزيئات النانو النحاسية وعدم استقرارها في ظل ظروف التخزين العادية. ويعتقد أن النحاس المختزل يرتبط ببخار الماء من الهواء، مما يؤدي إلى تكوين مجموعات هيدرات معقدة وتفاعلات كيميائية محتملة لتكوين هيدروكسيدات النحاس، مما يسبب زيادة إجمالية في كتلة الهلام الجاف. يؤكد هذا التأثير بشكل غير مباشر النشاط التحفيزي العالي للمركبات الناتجة وإمكانية استخدامها في إنتاج المساحيق الطبية الحيوية، وكذلك في تصنيع أهداف الرش الأيوني.

الخاتمة

وبنتيجة هذا العمل، تم تصنيع SiO_2:Al_2O_3:CuO (Cu°) ذو النشاط التحفيزي العالي، مما يؤكد إمكانية استخدامه في الطب الحيوي والرش الأيوني. يظهر الهيكل المركب الاستقرار والقدرة على امتصاص بخار الماء.

Литература المراجع والمصادر

1. Алексеенко, А. А. Синтез и свойства ксерогелей состава SiO_2 : Cu°, предназначенных для применения в биомедицинских исследованиях / А. А. Алексеенко, М. Ф. С. Х. Аль-Камали, О. А. Титенков // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого: научно-практический журнал. — 2020. — № 3/4. — С. 40—47.
2. Obtaining high silica powders containing copper ions of a given stoichiometric composition / M. F. S. Al-Kamali [et al.] // Al-Andalus Journal of Applied Sciences. – 2022. – Vol. 9, № 16. – P. 31–52.
3. Structural Propertis Of Micropowders Composition SiO_2:CuO And SiO_2:Cu° Prepared By Sol-Gel Method / M. F. S. H. Al-Kamali [et al.] // Journal Alandalus for Applied Sciences. – 2021. – № 13, Vol. 8. – P. 99–117.