

СИНТЕЗ ИОНООБМЕННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ХВОЙНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОМПОЗИЦИЙ КОЛЛОИДНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

Климович Ю.О., Петровская А.А.

Белорусский государственный университет, г. Минск

Климович Ю.О., Петровская А.А.:

науч. рук. Кимленко И.М., канд. хим. наук, доц.

Проведена химическая модификация хвойной целлюлозы. На её основе получен ионообменный материал и доказана высокая обменная ёмкость исследуемого ионита. Показана возможность использования модифицированной целлюлозы для получения коллоидных композиций диоксида кремния.

Ключевые слова: хвойная целлюлоза, иониты, диоксид кремния, коллоидные композиции, полировальные материалы

ВВЕДЕНИЕ

Проблемы электроники и машиностроения заключаются в отсутствии высококачественных полировальных материалов. В нашей республике полирующие композиции для обработки пластин монокристаллического кремния не производятся в промышленных масштабах. Для этих целей широко используются полирующие композиции, изготовленные за рубежом (Evonik и Wacker (Германия), Nalko (США), Cabot (США) и др.). Такие композиции имеют ряд недостатков: дополнительные операции фильтрации, использование импортных полировальников, повышенный расход суспензии, наличие нарушенного слоя на пластинах кремния. В связи с этим в настоящее время продолжается поиск новых методов получения полирующих композиций [1].

Композиции на основе SiO_2 должны содержать частицы минимально возможных размеров для обеспечения однородности геометрических и структурных свойств полируемых поверхностей. Они должны быть однородными по фазовому и элементному составу, высокостабильными, простыми в приготовлении и использовании, дешевыми и экологически безопасными. Одним из перспективных методов является ионообменный метод получения композиций коллоидного SiO_2 , который предполагает удаление натрия из раствора силиката натрия посредством ионного обмена с последующим выращиванием коллоидных частиц при pH 8-10 [2].

Целью настоящей работы являлась химическая модификация хвойной целлюлозы для дальнейшего ее использования при получении коллоидных композиций диоксида кремния.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В качестве сырья для получения ионита использовали предварительно измельченную хвойную целлюлозу. Целлюлозу обрабатывали раствором, состоящим из 20% H_3PO_4 , 40% $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ и 40% H_2O , выдерживали в нем в течение 6-10 ч при температуре 18-20 °С [3]. Затем раствор отфильтровывали. Навеску подвергали термической обработке в течение 3-4 ч при температуре 130 °С. После чего образец выдерживали в воде с температурой 20-30 °С в течение 1 ч. Полученный фосфат целлюлозы отмывали от рабочего раствора водой и кондиционировали в воде 6-7 сут.

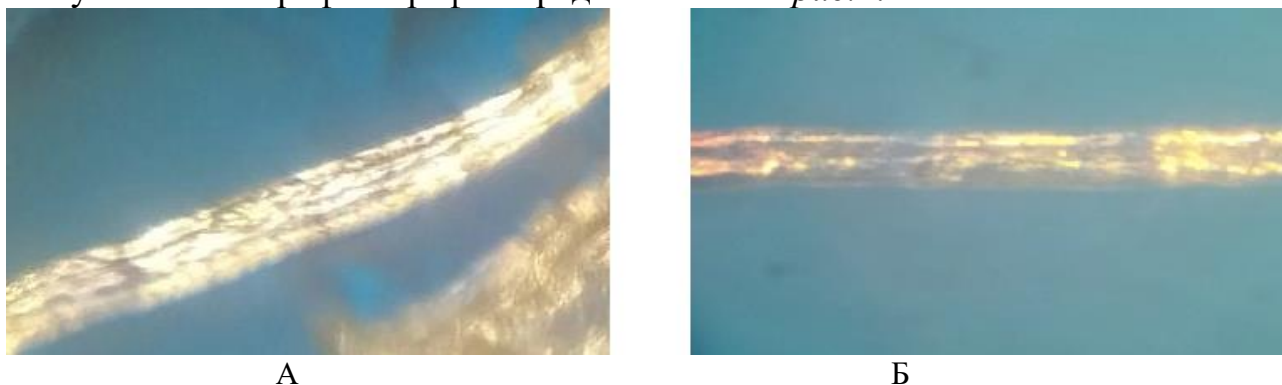
Изучение структуры волокон обработанной целлюлозы проводили с помощью оптического микроскопа Carl Zeiss Jenna в поляризованном свете при увеличении 320х. Определение обменной емкости полученного ионообменного материала проводили на ионном хроматографе Metrohm 850 Professional IC после пропускания образцов водопроводной воды через материал.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Природные целлюлозосодержащие материалы характеризуются возобновляемостью, невысокой стоимостью, хорошими емкостными характеристиками, возможностью утилизации, а в отдельных случаях и регенерации, что делают их использование в промышленности экономически целесообразным.

Проведена химическая модификация целлюлозы путем ее фосфорилирования. Известно, что данный процесс приводит к образованию в ее структуре одно-, двух- и трехзамещенных фосфатных групп, которые формируют основной обменно-сорбционный потенциал получаемых материалов. Обязательным компонентом при химической модификации целлюлозы является мочевины, смягчающая агрессивное действие фосфорной кислоты [4].

Изучена структура нативного и обработанного целлюлозного волокна. Полученные микрофотографии представлены на *рис. 1*.



А
Б
Рисунок 1. Микрофотографии волокон целлюлозы (а – нативная, б – модифицированная)

Как следует из рисунков, выделенные волокна целлюлозы идентичны, что свидетельствует о сохранении волокнистой структуры целлюлозы после ее обработки смесью мочевины и фосфорной кислоты. Определена толщина волокон, которая составляет ~12,6 мкм. Результаты ионной хроматографии приведены в таблице 1.

Таблица 1

**Ионный состав воды до и после пропускания через ионит
на основе хвойной целлюлозы**

Ион	Состав исходной воды, мг/л	Состав воды после пропускания через катионит, мг/л
F^-	0,23	—
Cl^-	12,9	0,85
NO_3^-	2,77	0,48
SO_4^{2-}	93,0	1,06
Na^+	7,49	0,41
NH_4^+	1,56	0,39
K^+	1,68	0,19
Ca^{2+}	73,1	0,51
Mg^{2+}	19,2	—

Как видно из таблицы 1, содержание катионов и анионов в образце воды при прохождении через ионит на основе целлюлозы значительно уменьшились, что свидетельствует о высокой обменной емкости исследуемого ионообменного материала. Емкость по главным катионам (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) составляет 1,65 ммоль/л.

Проведены эксперименты по подбору условий получения золя диоксида кремния на основе жидкого натриевого стекла с использованием стационарной ионообменной колонки (рис. 2).

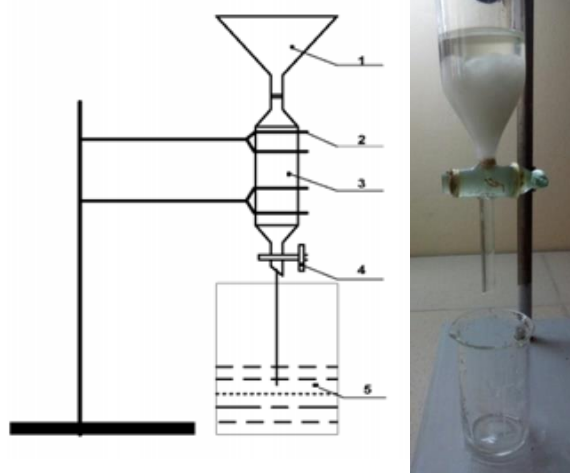


Рисунок 2. Схема стационарной ионообменной колонки
(1 — воронка, 2 — штатив, 3 — ионообменная колонка с сорбентом, 4 — регулятор напора, 5 — фильтрат)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в результате работы получен ионообменный материал на основе хвойной целлюлозы, изучена структура нативного и обработанного целлюлозного волокна, определена его обменная емкость. Показана перспективность использования модифицированной целлюлозы для получения коллоидных композиций диоксида кремния.

Библиографические ссылки

1. Косенок Я.А., Гайшун В.Е., Тюленкова О.И. Исследование приповерхностного нарушенного слоя в пластинах монокристаллического кремния после ХМП / Я. А. Косенок [и др.] // Проблемы физики, математики и техники. – 2018. – Т.37, № 4. – С. 25-29.
2. Косенок Я.А., Гайшун В.Е., Тюленкова О.И., Савицкая Т.А., Кимленко И.М., Шахно Е. А. Влияние ультразвуковой обработки на размер частиц в суспензиях на основе наноразмерного диоксида кремния / Я. А. Косенок [и др.] // Проблемы физики, математики и техники. – 2015. – Т.25, № 4. – С. 16-19.
3. Елатонцев Д.А., Мухачев А.П. Синтез и свойства ионообменников на основе недревесной целлюлозы / Д. А. Елатонцев, А.П. Мухачев // Изв. вузов. Химия и химическая технология. – 2020. – Т.63, № 11. – С. 88-95.
4. Хмылко Л.И., Орехова С.Е. Сорбенты на основе лигнина и целлюлозосодержащих материалов/ Л. И. Хмылко, С.Е. Орехова // Свиридовские чтения: сб. ст. / Химический факультет Белорус. гос. ун-та ; сост.: О. А. Ивашкевич (пред.) [и др.]. – Минск, 2012. – С.232.