

Введение Современный уровень развития промышленности и технологии требует разработки простых, экономичных, точных методов контроля окружающей среды. Для определения низких содержаний элементов используют предварительное сорбционное концентрирование и последующее определение химическими или физико-химическими методами. Оптическая прозрачность сорбента позволяет проводить аналитические реакции на поверхности сорбента и разрабатывать на их основе сорбционно-фотометрические и тест-методы определения веществ. Основой химических тест-методов на катионы металлов служат реакции комплексообразования органических реагентов и определяемого иона, сопровождающиеся изменением цвета реакционной системы. Данные реакции проводят в жидких растворах или на твердотельной подложке. В качестве подложки возможно использование индикаторных бумаг, индикаторных таблеток, порошков, растворов в ампулах [1]. Существует ряд подложек, на которых возможна иммобилизация комплексообразующего реагента, таких как целлюлоза, ионообменные смолы, высокодисперсные кремнеземы, поливинилхлоридные мембраны и другие [2]. Основными требованиями к материалу носителя реагента являются оптическая прозрачность, высокие сорбционные показатели, простота синтеза, технологичность, инертность по отношению к реагентам, устойчивость в кислотных и щелочных средах, высокая чувствительность к анализам. Большинство носителей не удовлетворяют данным требованиям, поэтому поиск новых подложек для сорбционно-фотометрических и тест-методов определения веществ является актуальной задачей химии. Один из подходов к разработке оптически прозрачных, механически прочных, химически устойчивых носителей с развитой поверхностью основан на создании материалов с мезопористой структурой. Целью данной работы является исследование мезопористых полимеров, модифицированных органическими реагентами, в качестве подложки для тест-методов определения ионов тяжелых металлов.

Экспериментальная часть Мезопористые полимерные материалы получали на основе макроинициатора анионной природы – блок-сополимера оксида пропилен с оксидом этилена строения $\text{HO}[\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}]_{15}[\text{CH}_2(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{O}]_{51}[\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}]_{15}\text{OK}$, содержащего 10 % концевых калий-алкогольных групп от общего числа функциональных групп (ППЭГ-К). В качестве реагента, проявляющего способность к полиприсоединению по анионному механизму, был использован 2,4-толуилендиизоцианат (ТДИ) [3-4]. ППЭГ-К предварительно обезвоживали путем вакуумирования при $T=100^\circ\text{C}$ и остаточном давлении 0,07 кПа в течении 4 ч. 2,4-толуилендиизоцианат очищали вакуумной перегонкой при остаточном давлении 0,07 кПа. Органический реагент 1-(2-пиридилазо)-2-нафтол (ПАН) имел марку МРТУ 6-09-1075-64 ч.д.а..

Использованы сульфат меди $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ марки А Сорт 1 ГОСТ 19347-99 и хлорид кобальта CoCl_2 ТУ 6-09-2328-77. Электронные спектры растворов и

полимерных плёнок снимали на спектрофотометре CF-2000 в спектральном диапазоне от 200 до 1000 нм. Обсуждение результатов Органические реагенты реагируют с ионами многих металлов, образуя интенсивно окрашенные хелатные комплексы. В данной работе в качестве реагента был использован 1-(2-пиридилазо)-2-нафтол, в качестве аналитов — водорастворимые соли меди (CuSO_4) и кобальта (CoCl_2). Согласно литературным данным, максимум спектра поглощения ПАН соответствует длине волны 460 нм. Комплекс ПАН с Cu(II) максимально поглощает видимое излучение при длине волны 540 нм ($\text{pH}=4-10$), комплекс ПАН с Co(II) – при длине волны 560 нм [5]. Иммобилизацию органического реагента ПАН на мезопористых носителях, полученных на основе $[\text{ППЭГ-К}]:[\text{ТДИ}]=1:15$, проводили путем его сорбции из раствора в этаноле. Было установлено, что электронный спектр ПАН на полимерном носителе не претерпел существенных изменений по сравнению со спектром его раствора (рис. 1). Рис. 1 – Электронный спектр ПАН в полимере на основе $[\text{ППЭГ-К}]:[\text{ТДИ}]=1:15$ Для определения пределов чувствительности реакций комплексообразования органического реагента с катионами металлов, был приготовлен ряд растворов с концентрациями солей 10^{-1} г/л, 10^{-3} г/л, 10^{-4} г/л и 10^{-5} г/л. Полимерные носители, модифицированные органическим реагентом, выдерживались в растворах соответствующей соли в течение часа. Комплекс меди и ПАН окрашивал полимер в красный цвет, комплекс кобальта и ПАН — в сиреневый. Значение λ_{max} комплексов ПАН с ионами Cu(II) и Co(II) при переходе его из раствора в мезопористые полимеры не изменилось. Анализ спектров поглощения, представленных на рис. 2 и 3, позволил установить, что 1-(2-пиридилазо)-2-нафтол в мезопористых полимерах способен к взаимодействию с катионами металлов. Высота характеристической полосы комплекса ПАН – металл зависит от концентрации металла в растворе, что в дальнейшем позволит проводить не только качественный, но и количественный анализ содержания металлов. Рис. 2 - Электронные спектры комплекса ПАН с CuSO_4 , введенного в полимер на основе $[\text{ППЭГ-К}]:[\text{ТДИ}]=1:15$ путем сорбции из раствора, $[\text{CuSO}_4]= 10^{-4}$ г/л (1), 10^{-5} г/л (2), $0,1$ г/л (3), 10^{-3} г/л (4) Рис. 3 - Электронные спектры комплекса ПАН с CoCl_2 , введенного в полимер на основе $[\text{ППЭГ-К}]:[\text{ТДИ}]=1:15$ путем сорбции из раствора, $[\text{CoCl}_2]= 10^{-4}$ г/л (1), 10^{-3} г/л (2), $0,1$ г/л (3), 10^{-5} г/л (4) Таким образом, показана возможность иммобилизации аналитического органического реагента в полимерные носители на основе мезопористых полимеров. Установлено, что аналитический реагент 1-(2-пиридилазо)-2-нафтол способен к взаимодействию с катионами металлов. Полученные мезопористые материалы перспективны в качестве носителей органических реагентов для тест-систем.