

них около 24% – в р. Свислочь со сточными водами г. Минска. Поступление тяжелых металлов со сточными водами в последние 5 лет остается практически на одном уровне.

По поступлению тяжелых металлов в окружающую среду из объектов размещения отходов количественные оценки отсутствуют, хотя такие объекты формируют локальные антропогенные аномалии по тяжелым металлам в почве, подземных водах, приводят к отчуждению земельных угодий, оказывают долговременное воздействие.

В целом следует отметить, что проблема тяжелых металлов требует рассмотрения ряда аспектов, касающихся как контроля и регулирования источников их эмиссии в окружающую среду (в том числе и в сфере потребления) на национальном, региональном и локальном уровнях, так и контроля их содержания в объектах окружающей среды. Это позволит прогнозировать ожидаемые концентрации в депонирующих средах, предотвращать формирование очагов загрязнения и разрабатывать мероприятия как по предотвращению загрязнения, так и по реабилитации загрязненных земель.

ЛИТЕРАТУРА

1. Распоряжение Министерства здравоохранения от 04.09.2000 о чистоте питьевой, хозяйственной и природных вод, а также о контроле за их качеством силами Санитарных инспекций. Сб. Гос. Пост., №82.
2. Распоряжение Министра охраны природы, лесных и природных ресурсов от 05.11.1991. Сб. Гос. Пост., № 16.
3. Обобщенный реестр ПДК и безопасных уровней загрязнения воды и водоемов в рыбхозах Республики Беларусь от 09.08.1990.
4. Пылка-Гутовска Э. Экология и охрана окружающей среды. Варшава: Просвещение, 2000.
5. Скиндер Н.В. Химия и охрана природы. Варшава: WSIP, 1991.
6. Охрана среды. Warsaw: Central Statistical Office, 2000.

УДК 628.3:669.018.674

Л.А. Шибека, В.Н Марцуль
(БГТУ, г. Минск)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ СОРБЕНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

В настоящее время сорбенты нашли широкое применение в практике очистки сточных вод. Требования, предъявляемые к сорбентам, вызывают необходимость поиска новых сорбционных материалов. При разработке

сорбентов уделяется внимание исследованию как синтетических, так и природных материалов.

Цель работы состояла в проведении исследований полиэлектролитных комплексов (ПЭК) на основе поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорида и натриевых солей лигносульфоновых кислот, глини месторождений Веселовское (Украина) и Гайдуковка (Беларусь) и керамзита, обработанного гуминовыми кислотами, для выяснения возможностей их применения в технологии очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Статическую сорбционную емкость по ионам меди (II), никеля (II) и кобальта (II) находили из разности концентраций данных ионов до и после установления сорбционного равновесия (около 28 часов) при pH раствора 3–4. Концентрацию меди, никеля и кобальта определяли титриметрическим методом [1].

Установлено, что для ПЭК стехиометричного состава максимальная емкость по ионам меди составляет 1,5 ммоль-экв/г, никеля – 0,7 ммоль-экв/г. Высокие значения сорбционной емкости наблюдаются при высоких концентрациях адсорбтива (4–8 г/л). Для характеристики степени извлечения ионов металлов из раствора использовали коэффициент распределения [2]. Величины коэффициентов распределения представлены в табл. 1.

Таблица 1

Коэффициенты распределения ионов никеля и меди между ПЭК и раствором в зависимости от концентрации металла

Концентрация ионов металлов в растворе, г/л	Коэффициент распределения		Концентрация ионов металлов в растворе, г/л	Коэффициент распределения	
	никель	медь		никель	медь
0,65	10,4	8,6	3,86	5,0	17,5
0,85	8,5	22,9	4,50	3,9	13,7
1,25	6,7	25,2	4,94	4,1	12,5
1,69	5,0	25,1	6,08	3,1	9,8
2,20	5,4	27,5	6,46	3,1	8,8
2,66	4,2	23,7	7,22	2,6	8,1
3,20	4,9	21,2	7,98	2,2	6,9

Для объяснения механизма взаимодействия ионов меди и никеля с ПЭК проведены исследования структуры самих поликомплексов методом электронного парамагнитного резонанса. Исследованию подвергались, как исходные полиэлектролиты, так и комплексы, образованные при различном соотношении исходных компонентов (ПДМДАХ:ЛС-Na=1:1, 1:0,75 и 1:0,50 в концентрациях моль-экв/л). Полученные результаты приведены в табл. 2.

Параметры сигналов ЭПР объектов исследований

Образец	$\Delta H_{0,1\text{МВт}}$ Гс	$\Delta H_{50\text{МВт}}$ Гс	g-фактор	A/A ₀	I, 10 ¹⁷ сп/г	I, 10 ¹⁷ сп/г (на ЛС- Na)
1. ЛС-Na	6,3	5,6	2,0035	2,00	0,46	—
2. ПДМДАХ	—	—	—	—	—	—
3. ПДМДАХ:ЛС-Na=1:0,5	7,5	9,0	2,0040	1,47	3,44	5,160
4. ПДМДАХ:ЛС-Na=1:0,75	7,7	8,3	2,0040	1,41	3,26	4,350
5. ПДМДАХ:ЛС-Na=1:1	7,6	9,1	2,0040	1,46	2,74	3,425

Из приведенных результатов видно, что величина g-фактора сигнала ЭПР исследуемого препарата лигносульфонатов натрия значительно ниже типичного для лигнинных структур. Данный факт, вероятно, свидетельствует о разрушении эфирных мостиков между ароматическими кольцами ЛС-Na. Деструкцией полимерных структур можно объяснить и низкую интенсивность сигнал ЭПР. При анализе ПДМДААХ вследствие отсутствия ароматических фрагментов собственный сигнал ЭПР не регистрируется.

Смешение лигносульфонатов с поли-N,N-диметил-N,N-диаллил-аммонийхлоридом приводит к тому, что концентрация парамагнитных центров в полимере возрастает почти на порядок. Однако имеет место ее снижение с повышением содержания ЛС-Na в комплексе, особенно четкое при пересчете на собственно лигносульфонаты.

Значение g-фактора в образцах ПЭК может свидетельствовать о восстановлении лигнинных структур. Однако, сложно себе представить, каким образом при столь мягких условиях (комнатной температуре и водной среде) может идти восстановление эфирных мостиков между ароматическими кольцами.

Более вероятным представляется другой механизм повышения концентрации парамагнитных центров в поликомплексах. Используемый ПДМДААХ, является по сути поливалентным катионом. Известно, что взаимодействие такого рода полимеров приводит к сшиванию ароматических структур с сульфогруппами, что, в свою очередь, повышает концентрацию парамагнитных центров. При этом неспаренный электрон вновь образовавшихся парамагнитных центров делокализован по сульфогруппе и катиону. Делокализация по сульфогруппе обуславливает повышение g-фактора, а по магнитному ядру азоту — уширение сигнала. Повышение содержания лигносульфоната в поликомплексах означает фактически уменьшение концентрации сшивающего агента, что и приводит к падению концентрации парамагнитных центров.

Приведенные результаты свидетельствуют о возможности использования комплексов при других соотношениях реагентов для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

Для сравнения сорбционных свойств ПЭК проведены исследования сорбционных свойств глин месторождений Гайдуковка и Веселовское и керамзита, обработанного гуминовыми кислотами. Образцы керамзита получены в Институте проблем использования природных ресурсов и экологии НАНБ и любезно предоставлены для исследований.

Установлено, что максимальная сорбционная емкость для Веселовской глины в диапазоне концентраций металлов 0,3–8,0 г/л по никелю составляет 1,8 ммоль-экв/г, по кобальту – 2,9 ммоль-экв/г. Сорбционная емкость по меди не достигает насыщения в рассматриваемом диапазоне концентраций и составляет 5,8 ммоль-экв/г, что, вероятно, связано с замещением ионов кальция в кристаллической решетке ионами меди.

Сорбционная емкость глины Гайдуковка в том же диапазоне концентраций по меди достигает 9,5 ммоль-экв/г по никелю – 3,5 ммоль-экв/г и кобальту – 1,1 ммоль-экв/г.

Для керамзита, обработанного гуминовыми кислотами, максимальная сорбционная емкость по меди составляет 12,5 ммоль-экв/г, по никелю – 5,6 ммоль-экв/г и кобальту – 5,3 ммоль-экв/г. Высокие значения сорбционной емкости наблюдаются при высоких концентрациях адсорбтива.

Как видно из полученных результатов, медь лучше всего сорбируется всеми рассматриваемыми материалами: ПЭК, глинами и керамзитом, что, вероятно, связано с ее склонностью к комплексообразованию.

Из результатов работы видно, что полиэлектролитный комплекс, на основе поли-N,N-диметил-N,N-диаллиламмонийхлорида и натриевых солей лигносульфоновых кислот, глины месторождений Веселовское (Украина) и Гайдуковка (Беларусь) и керамзита, обработанного гуминовыми кислотами, могут быть рекомендованы для использования в процессах очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шарло Г. Методы аналитической химии. Количественный анализ неорганических соединений. Ч. 2. М., 1969. – 1206 с.
2. Салдадзе К.М., Копылова-Валова В.Д. Комплексообразующие иониты. М., 1980. – 336с.